

**Α.Τ.Ε.Ι ΚΡΗΤΗΣ**  
**ΣΧΟΛΗ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΑΣ ΓΕΩΠΟΝΙΑΣ**  
**ΤΜΗΜΑ ΘΕΡΜΟΚΗΠΙΑΚΩΝ ΚΑΛΛΙΕΡΓΕΙΩΝ &**  
**ΑΝΘΟΚΟΜΙΑΣ**

**ΠΤΥΧΙΑΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ**

**ΑΞΙΟΛΟΓΗΣΗ ΥΠΟΣΤΡΩΜΑΤΩΝ ΥΔΡΟΠΟΝΙΚΗΣ**  
**ΚΑΛΛΙΕΡΓΕΙΑΣ ΑΝΘΟΥΡΙΟΥ (*Anthurium andreanum*)**  
***ΩΣ ΓΛΑΣΤΡΙΚΟ ΦΥΤΟ***

**ΣΠΟΥΔΑΣΤΗΣ : ΖΑΜΠΙΑΣ ΒΑΣΙΛΕΙΟΣ**

**ΕΙΣΗΓΗΤΗΣ : Δρ. ΠΑΠΑΔΗΜΗΤΡΙΟΥ ΜΙΧΑΛΗΣ**

**ΗΡΑΚΛΕΙΟ 2007**

*Αφιερώνεται στους γονείς μου*

*Άγγελο και Δομνίκη*

## ΠΡΟΛΟΓΟΣ

Στα πλαίσια της πτυχιακής εργασίας μου πραγματοποιήθηκε ένα πείραμα σχετικά με την αξιολόγηση έξι υποστρωμάτων που προέρχονται από ανάμιξη διαφόρων οργανικών υλικών και του ηφαιστειογενούς υλικού περλίτη σε διαφορετικές αναλογίες σε υδροπονική καλλιέργεια Ανθούριου ως φυτού εσωτερικών χώρων. Το πείραμα διεξήχθη κατά το χρονικό διάστημα από 1/7/2006 έως 31/12/2006 στις θερμοκηπιακές εγκαταστάσεις του Εργαστηρίου Ανθοκομίας που βρίσκονται στο Αγρόκτημα του Τ.Ε.Ι. Κρήτης. Στα στοιχεία του πειράματος συμπεριλαμβάνονται και στοιχεία συμφοιτητή μου που ασχολήθηκε με το συγκεκριμένο πείραμα κατά το διάστημα 11/4/2006 – 24/7/2006.

Για την παροχή πληροφοριών και την βοήθεια που μου προσέφεραν θέλω να ευχαριστήσω:

Τον Αναπληρωτή Καθηγητή της Σχολής Τεχνολογίας Γεωπονίας του Τ.Ε.Ι. Κρήτης Δρ. Παπαδημητρίου Μιχάλη που με τις πολύτιμες γνώσεις του συνέβαλε στην εκτέλεση και συγγραφή της παρούσας εργασίας.

Επίσης θέλω να ευχαριστήσω τον Εργαστηριακό Συνεργάτη κ. Δοκιανάκη Γεώργιο που με την τεχνική του κατάρτιση με βοήθησε στη λειτουργία του συστήματος υδροπονίας. Ευχαριστίες οφείλω να εκφράσω στους φίλους και συναδέλφους του εργαστηρίου υποστρωμάτων για την βοήθεια και τους χώρους που μου προσέφεραν κατά την διάρκεια των αναλύσεων των υποστρωμάτων.

## ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

	Σελ.
Εισαγωγή.....	6

### ΚΕΦΑΛΑΙΟ Ι

#### ΚΑΛΛΙΕΡΓΕΙΑ ΑΝΘΟΥΡΙΟΥ ΩΣ ΓΛΑΣΤΡΙΚΟ ΦΥΤΟ & ΔΡΕΠΤΟ ΑΝΘΟΣ

1.1 Ποικιλίες.....	8
1.2 Πολλαπλασιασμός.....	9
1.2.1 Με σπόρο.....	9
1.2.2 Με καταβολάδες.....	10
1.2.3 Με διαίρεση.....	10
1.2.4 Με ιστοκαλλιέργεια.....	10
1.3 Περιβάλλον ανάπτυξης των φυτών.....	11
1.3.1 Εδαφικό μίγμα.....	11
1.3.2 Αποστάσεις φύτευσης.....	11
1.3.3 Φως.....	12
1.3.4 Θερμοκρασία.....	12
1.3.5 Σχετική υγρασία.....	12
1.3.6 Λίπανση.....	12
1.3.7 Άρδευση.....	13
1.4 Συγκομιδή – μετασυλλεκτικοί χειρισμοί.....	13
1.5 Έντομα – ασθένειες.....	14

### ΚΕΦΑΛΑΙΟ Ι Ι

#### ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ ΥΔΡΟΠΟΝΙΚΩΝ ΚΑΛΛΙΕΡΓΕΙΩΝ ΑΝΘΟΚΟΜΙΚΩΝ ΦΥΤΩΝ

2.1 Γενικά.....	16
2.1.1 Ηλεκτρική αγωγιμότητα θρεπτικού διαλύματος.....	19

2.1.2 Το pH των θρεπτικών διαλυμάτων.....	20
2.2 Ανοικτά – κλειστά υδροπονικά συστήματα.....	20
2.3 Πλεονεκτήματα υδροπονίας.....	22
2.4 Μειονεκτήματα υδροπονίας.....	26
2.5 Στοιχεία παρασκευής θρεπτικού διαλύματος για την καλλιέργεια του ανθούριου.....	28
2.5.1 Η ποιότητα νερού του θρεπτικού διαλύματος (λίπανση).....	29

### **ΚΕΦΑΛΑΙΟ Ι Ι Ι**

#### **ΦΘΟΡΙΣΜΟΣ ΤΗΣ ΧΛΩΡΟΦΥΛΛΗΣ**

3.1 Το φαινόμενο του φθορισμού.....	32
-------------------------------------	----

### **ΚΕΦΑΛΑΙΟ Ι V**

#### **ΑΝΑΠΤΥΞΗ ΑΝΘΟΥΡΙΟΥ ΣΕ ΔΙΑΦΟΡΑ ΥΠΟΣΤΡΩΜΑΤΑ**

##### **( ΠΕΙΡΑΜΑΤΙΚΟ ΜΕΡΟΣ )**

<b>4.1 Εισαγωγή.....</b>	<b>36</b>
<b>4.2 Υλικά και μέθοδοι.....</b>	<b>37</b>
4.2.1 Επεμβάσεις ( υποστρώματα καλλιέργειας ) - Σύνθεση υποστρωμάτων.....	37
4.2.2 Διαμόρφωση χώρου.....	39
4.2.3 Άρδευσης – λίπανση.....	40
4.2.4 Φυτοπροστασία.....	44
4.2.5 Πειραματικό σχέδιο – Στατιστική επεξεργασία.....	44
4.2.6 Μετρήσεις και προσδιορισμοί.....	45
<b>4.3 Αποτελέσματα.....</b>	<b>47</b>
<b>4.4 Συζήτηση.....</b>	<b>56</b>
<b>4.5 Συμπεράσματα.....</b>	<b>58</b>
<b>4.6 Παράρτημα φωτογραφιών.....</b>	<b>59</b>
<b>Βιβλιογραφία.....</b>	<b>64</b>
<b>ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ ΜΕΤΡΗΣΕΩΝ ΤΟΥ ΠΕΙΡΑΜΑΤΟΣ.....</b>	<b>66</b>

## ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Το καλλωπιστικό φυτό Anthurium andreanum κατάγεται από τα τροπικά δάση της κεντρικής και νότια Αμερικής (Κολομβία) και ανήκει στην οικογένεια Araceae. Είναι φυτό μονοκότυλο ποώδες, δεν έχει βλαστό αλλά τα άνθη και τα φύλλα εκφύονται απευθείας από το έδαφος. Απαιτεί πολύ φως, υψηλή υγρασία και θερμοκρασία. Το άνθος αποτελείται από ένα μακρύ ανθικό στέλεχος 50-80 εκ. που καταλήγει σε μια κυλινδρική ανθοταξία τύπου σπάδικα με εκατοντάδες μικροσκοπικά άνθη. Το κυρίως καλλωπιστικό μέρος του φυτού είναι η έγχρωμη σπάθα (κόκκινη, ροζ, άσπρη, κλπ.) που είναι ένα τροποποιημένο φύλλο που εκφύεται στη βάση του σπάδικα. Σε χαμηλή θερμοκρασία κάτω των 16 °C και χαμηλή υγρασία στο περιβάλλον τα άνθη μαυρίζουν και υποβαθμίζονται. Η συγκομιδή γίνεται όταν τουλάχιστον το άνω μισό του σπάδικα έχει ωριμάσει και αρχίζει να κιτρινίζει.



**Εικόνα 1:** Άνθος ανθούριου. Διακρίνονται καθαρά οι διάφοροι χρωματισμοί στις σπάθες και τους σπάδικες.

Το 1850 καταγράφηκε το πρώτο είδος το *Anthurium scherzerianum*, καθώς και διάφορα άλλα είδη Ανθούριου (*A. crystallinum*, *A. schandens*, *A. andreanum*). Το *Anthurium andreanum* καλλιεργείται κυρίως για παραγωγή κομμένων λουλουδιών αλλά και ως φυτό εσωτερικών χώρων, σε θερμό και υγρό θερμοκήπιο με διάχυτο φως σε γλάστρες ή λεκάνες καλλιέργειας. Επίσης συμπεριφέρεται πολύ καλά στην υδροπονική καλλιέργεια. Απαιτεί πολύ καλό σύστημα αποστράγγισης, υπόστρωμα ινώδες και χοντροειδές, αρκετό νερό και

συχνή υδρολίπανση. Οι καλλιεργητικές εργασίες που γίνονται είναι υδρολίπανσεις, αφαίρεση παλαιών και προσβεβλημένων φύλλων, βοτανίσματα και ψεκασμοί φυτοπροστασίας για την καταπολέμηση των διάφορων παρασίτων. Το ανθούριο πολλαπλασιάζεται με σπόρο, καταβολάδες, διαίρεση και ιστοκαλλιέργεια.

# ΚΕΦΑΛΑΙΟ Ι

## ΚΑΛΛΙΕΡΓΕΙΑ ΑΝΘΟΥΡΙΟΥ ΩΣ ΓΛΑΣΤΡΙΚΟ ΦΥΤΟ & ΔΡΕΠΤΟ ΑΝΘΟΣ

### 1.1. Ποικιλίες

Υπάρχουν πάρα πολλές ποικιλίες αλλά λίγες είναι παραδεκτές εμπορικά. Μια ποικιλία, για να είναι κατάλληλη, πρέπει να έχει ζωνρή ανάπτυξη, να παράγει άφθονες παραφυάδες και πολλά λουλούδια. Τα μεσογονάτια διαστήματα πρέπει να είναι κοντά, ώστε να αποφεύγεται το υπερβολικό ύψος των φυτών.

Η σπάθα προτιμάται να είναι καρδιόσχημη με συμμετρικούς επικαλυπτόμενους λοβούς. Οι καλοί σπάδικες έχουν μήκος λίγο μικρότερο από το μήκος της σπάθας. Ένας σπάδικας που δεν είναι κάθετος πάνω στην σπάθα (δηλαδή όρθιος) αλλά έχει μία ελαφρός κλίση διευκολύνει τη συσκευασία για μεταφορές.

Οι ποικιλίες κατατάσσονται σε δύο μεγάλες κατηγορίες, τις μεγανθείς και τις μικρανθείς. Τα χαρακτηριστικά μερικών από τις πιο κοινές μεγανθείς ποικιλίες είναι τα εξής:

#### **Κόκκινες**

- Ozaki: Ελαφρά κόκκινη, πλατιά (15 εκ.), καρδιόσχημη σπάθα. Ο ερυθροκυανός σπάδικας (9 εκ.) είναι κεκλιμένος, αλλά γίνεται πιο όρθιος, καθώς προχωρεί η ωρίμανση. Έχει ικανοποιητική παραγωγή παραφυάδων και μεγάλη απόδοση λουλουδιών.

Απαιτεί περισσότερη σκίαση το καλοκαίρι από άλλες ποικιλίες και είναι ευαίσθητη στην ανθράκωση. Πολύ διαδεδομένη ποικιλία.

- Kaumana: Καρδιόσχημη σπάθα (13 εκ. x 11 εκ.) με σκούρο κόκκινο χρώμα. Λευκός κεκλιμένος σπάδικας (9 εκ.). μεγάλη απόδοση σε λουλούδια τα οποία είναι μέτριου μεγέθους. Αναπτύσσεται γρήγορα και παράγει πολλές παραφυάδες. Υπερβολικά ευαίσθητη στην ανθράκωση.

Άλλες κόκκινες ποικιλίες είναι η Avo-Gerry, η Kozohara, η Kansako και η Avo-Claudia 108.



## **Πορτοκαλί**

- Nitta: πορτοκαλί, πλατιά (15 εκ. x 13 εκ.), καρδιάσχημη σπάθα. Λευκωπός κεκλιμένος σπάδικας (9 εκ.). Ζωηρή ανάπτυξη με άφθονες παραφυάδες και μεγάλη απόδοση.

- Avo-Cintha 125 : Σπάδικας και γενικά λουλούδι κατάλληλο για συσκευασία και αποστολή. Μέσο μέγεθος λουλουδιού. Εξαιρετικό αδελφωμα και μεγάλη απόδοση.

Άλλες πορτοκαλί ποικιλίες είναι η Sun Burst, η Avo-Nette 123, η Avo-Tinexe 122 κλπ.

## **Λευκές**

- De Weese: Μικρή (10 εκ. x 10 εκ.), λευκή, καρδιάσχημη σπάθα. Ο κίτρινος κεκλιμένος σπάδικας έχει μέσο μήκος 10 εκ. Παράγει πολλές παραφυάδες και έχει μεγάλη απόδοση σε λουλούδια.

- Avon-Lien 145: Λουλούδι μέσου μεγέθους. Μεγάλη απόδοση σε λουλούδια. Άλλες λευκές ποικιλίες είναι η Haga White, η Manoa Mist κλπ.

## **Ροζ**

- Abe: Μέσου μεγέθους, καρδιάσχημη σπάθα, με ανοικτό ροζ χρώμα και λευκό κεκλιμένο σπάδικα. Ανθεκτική στην ανθράκωση. Το καλοκαίρι έχει μια τάση να παράγει παραμορφωμένα λουλούδια.

Άλλες ροζ ποικιλίες είναι η Avo-Anneke 141, η Marian Seefurth κλπ.

Τέλος, εκτός από τις παραπάνω κλασικού τύπου, υπάρχουν και άλλων τύπων ποικιλίες, όπως εκείνες της κατηγορίας «Obake» που χαρακτηρίζονται από την ύπαρξη χλωροφύλλης στη σπάθα και έτσι δημιουργούνται διάφοροι συνδυασμοί χρωμάτων (Anuenue, Chameleon, Mauna Kea) και της κατηγορίας «Tulip» (Τουλίπας) που έχουν χαρακτηριστική σπάθα όμοια με ένα πέταλο τουλίπας ( π.χ. η ποικιλία Lavender Lady ).

## **1.2. Πολλαπλασιασμός**

### **1.2.1. Με σπόρο**

Για να ανθίσει ένα σπορόφυτο ανθούριου πρέπει να περάσουν τρία περίπου χρόνια από τη σπορά. Εκτός από αυτό, τα σπορόφυτα, όπως είναι γνωστό, δεν έχουν μεγάλη ομοιομορφία μεταξύ τους.

Το κάθε άνθος από τα πολυάριθμα που βρίσκονται στο σπάδικα είναι ερμαφρόδιτο και φέρει 2 ωοθήκες και 4 ανθήρες. Το στοιχειώδες περιάνθιο αποτελείται από 4 σαρκώδη πέταλα. Όταν είναι ώριμο, το στίγμα εμφανίζεται σαν μια στρογγυλή προεξοχή στο σπάδικα. Όταν τα στίγματα είναι έτοιμα για γονιμοποίηση είναι υγρά και γυαλιστερά.

Ελεγχόμενη γονιμοποίηση μπορεί να γίνει παίρνοντας τη γύρη με τα δάκτυλα από τους ώριμους σπάδικες και μεταφέροντάς την σ' ένα άλλο σπάδικα που έχει ώριμα στίγματα. Έξι με επτά μήνες μετά τη γονιμοποίηση είναι έτοιμοι 1-2σπόροι από κάθε ατομικό άνθος του σπάδικα.

Για τη βλάστηση του σπόρου, που πρέπει να σπέρνεται αμέσως μετά την ωρίμανση του, χρησιμοποιείται σαν εδαφικό υπόστρωμα τύρφη και εφαρμόζεται σκίαση 75 %. Οι σπόροι κάτω από συνθήκες υψηλής θερμοκρασίας και υγρασίας βλαστάνουν αμέσως και μέσα σε 4-6 μήνες τα σπορόφυτα μπορούν να μεταφυτευτούν. Όπως αναφέρθηκε, συνήθως ανθίζουν μετά από 2,5-3 χρόνια.

### **1.2.2. Με καταβολάδες**

Για να προετοιμαστεί το φυτό, ώστε να πολλαπλασιαστεί με καταβολάδες, οι κατάλληλοι ζωνιοί βλαστοί περιτυλίγονται με υγρή τύρφη, με αποτέλεσμα να αναπτύσσονται ορισμένες ρίζες. Η κορυφή και οι ρίζες των βλαστών αυτών αποκόπτονται και τοποθετούνται σε εδαφικό μίγμα. Έτσι δημιουργείται νέο φυτό, ενώ από τη βάση του φυτού που μένει αναπτύσσονται πολλοί πλάγιοι βλαστοί που μπορεί να χρησιμοποιηθούν κατά τον ίδιο τρόπο.

### **1.2.3. Με διαίρεση**

Ο τρόπος αυτός χρησιμοποιείται αρκετά στην πράξη και αφορά κυρίως διαίρεση των ηλικιωμένων φυτών.

### **1.2.4. Με ιστοκαλλιέργεια**

Η διαδικασία παραγωγής φυτών ανθούριου με την μέθοδο της ιστοκαλλιέργειας (tissue culture) περιλαμβάνει:

- την αποκοπή από τη βάση των βλαστών μικρών τμημάτων, μήκους περίπου 2 χιλ.
- την απολύμανση των τεμαχιδίων αυτών (π.χ. σε διάλυμα χλωρόλ για 45-60 λεπτά),
- το ξέπλυμά τους με αποστειρωμένο νερό και

- την τοποθέτηση τους σε θρεπτικό υπόστρωμα « Murashige and Skoog », τροποποιημένο κατάλληλα.

Όταν ένα τέτοιο βλαστικό τμήμα θα έχει αναπτυχθεί σε φυτάριο ύψους 2-4 εκ. κόβονται μικρά τεμαχίδια της βάσης, τοποθετούνται σε νέο θρεπτικό υπόστρωμα και έτσι αναπτύσσονται πολλαπλοί βλαστοί πάνω σ' αυτά. Τα τεμαχίδια της κορυφής διατηρούνται σαν μητρικά, από τα οποία λαμβάνονται άλλα τεμαχίδια της βάσης. Οι πιο πάνω πολλαπλοί βλαστοί αναπτύσσονται σε φυτάρια αρκετού μεγέθους, που χρησιμοποιούνται σαν πηγή λήψης και άλλων τεμαχιδίων βάσης ή τοποθετούνται σε ένα άλλο θρεπτικό υπόστρωμα το ίδιο με το προηγούμενο για ριζοβολία.

Με την μέθοδο αυτή παράγονται πολυάριθμα και συνεπώς σχετικά φτηνά φυτά, ομοιόμορφα και απαλλαγμένα από ιώσεις και σοβαρές ασθένειες του αγγειακού συστήματος. Λόγο των πλεονεκτημάτων αυτών, η διάδοση της μεθόδου είναι ταχύτατη.

### **1.3. Περιβάλλον ανάπτυξης των φυτών**

#### **1.3.1. Εδαφικό μίγμα**

Για να αναπτυχθεί ικανοποιητικά το ανθούριο πρέπει το εδαφικό υπόστρωμα στο οποίο καλλιεργείται να περιέχει πολύ οργανική ουσία, να αερίζεται (αυξημένο πορώδες), να συγκρατεί αρκετή υγρασία και ταυτόχρονα να στραγγίζει καλά. Ένα καλό υπόστρωμα πρέπει επίσης να στηρίζει καλά το φυτό (να μην πλαγιάζει). Τύρφη, διάφορα φυλλοχώματα (ερεικόχωμα, χονδρά βρύα κλπ.), φλοιοί πεύκων κλπ., αυτούσια ή σε διάφορες μεταξύ τους αναλογίες, θεωρούνται ικανοποιητικά υποστρώματα ανάπτυξης του ανθούριου.

#### **1.3.2. Αποστάσεις φύτευσης**

Η πιο συνηθισμένη πυκνότητα φυτών είναι 3.000-4.000 φυτά στο στρέμμα (50 εκ. x 50 εκ. ή 40 εκ. x 40 εκ.). Πάντως υπάρχει και η τάση για πιο πυκνές φυτεύσεις, 6.000-8.000 φυτά στο στρέμμα (35 εκ. x 35 εκ. ή 30 εκ. x 30 εκ.). Επειδή όμως οι πυκνές φυτεύσεις εμποδίζουν την καλή κυκλοφορία του αέρα και τον αποτελεσματικό ψεκασμό των φυτών για φυτοπροστασία, χρειάζεται να γίνονται αυστηρά κλαδέματα, κάθε 3-4 χρόνια, καθώς και σχολαστικοί ψεκασμοί.

Το κάθε φυτό μπορεί να κλαδευτεί σε ένα ελάχιστο αριθμό 4 φύλλων, χωρίς καμία δυσμενή συνέπεια πάνω στην παραγωγή και ποιότητα των λουλουδιών.

Τελικά η πυκνότητα φύτευσης των φυτών ποικίλλει, ανάλογα με τη ζωηρότητα της ποικιλίας, τον τύπο της σκίασης και γενικά το περιβάλλον που εξασφαλίζει το θερμοκήπιο (είδος εξοπλισμών) στο οποίο διενεργείται η καλλιέργεια.

### **1.3.3. Φως**

Το φως παίζει σπουδαίο ρόλο στην ανάπτυξη και ανθοφορία του ανθούριου. Μείωση της έντασης συνεπάγεται και μείωση της απόδοσης των λουλουδιών. Από την άλλη όμως πλευρά, δεν χωράει καμία αμφιβολία ότι η μεγάλη ένταση επιδρά δυσμενώς στην ποιότητα των λουλουδιών (ξεθώριασμα των χρωμάτων κλπ.). Για το λόγο αυτό, η σκίαση τη θερινή περίοδο θεωρείται απαραίτητη. Ο βαθμός σκίασης (50 % - 80 %) εξαρτάται από την ποικιλία, την ηλικία της φυτείας και το κλίμα της περιοχής. Ανεπαρκής σκίαση συχνά προκαλεί ζημιές στα φύλλα (εγκαύματα) ή ακόμη και την καταστροφή ολόκληρου του φυτού.

### **1.3.4. Θερμοκρασία**

Για άριστη ανάπτυξη, η θερμοκρασία νύκτας πρέπει να βρίσκεται στα επίπεδα 18-21 °C και θερμοκρασία ημέρας 25 και 30 °C. Πέρα όμως από αυτά τα άριστα επίπεδα για την ανάπτυξη του φυτού, υπάρχουν και άριστα επίπεδα για την εμφάνιση και ανάπτυξη του λουλουδιού. Χαμύλωμα της θερμοκρασίας νύκτας στους 12-15 °C για 6 εβδομάδες πριν την περίοδο της αιχμής άνθισης (άνοιξη) αυξάνει και ομαλοποιεί την παραγωγή.

### **1.3.5. Σχετική υγρασία**

Σαν τροπικό φυτό που είναι, απαιτεί υγρό περιβάλλον. Η σχετική υγρασία του χώρου που αναπτύσσεται πρέπει να κυμαίνεται μεταξύ 70-80%.

### **1.3.6. Λίπανση**

Η λίπανση χρειάζεται ιδιαίτερη προσοχή, γιατί μπορεί να προκαλέσει ζημιές στα φυτά από υπερβολική συγκέντρωση ολικών αλάτων, στα οποία το ανθούριο είναι ευαίσθητο. Χρησιμοποιούνται λιπάσματα του τύπου 5-10-10 ή 10-20-20 και πρέπει να χορηγούνται μέσω του συστήματος άρδευσης (υδρολίπανση). Περισσότερη αναφορά για την λίπανση γίνεται στην παράγραφο 4.2.3.

### **1.3.7. Άρδευση**

Η ικανότητα του συστήματος άρδευσης πρέπει να είναι περίπου ίση με 3 έως 5 λίτρα ανά μ<sup>2</sup> ανά ημέρα, ανάλογα με το χρησιμοποιούμενο υπόστρωμα. Αυτό το ποσό πρέπει να υπολογιστεί σε δόσεις των 3 έως 5 ωρών. Η ικανότητα της αντλίας και οι σωλήνες πρέπει να είναι αρκετά μεγάλοι ώστε να ανοίγει ένας ικανοποιητικός αριθμός βαλβίδων ταυτόχρονα.

Τα συστήματα ψεκαστήρων και στάγδην άρδευσης είναι οι συνηθέστεροι τρόποι άρδευσης. Ταυτόχρονα με την άρδευση μέσω των συστημάτων αυτών γίνεται και η λίπανση (υδρολίπανση). Λόγο όμως της ευκολότερης χρήσης και της φτηνότερης εγκατάστασης τα συστήματα ψεκαστήρων χρησιμοποιούνται συχνότερα. Το μειονέκτημα ενός συστήματος ψεκαστήρων σε σχέση με ένα σύστημα στάγδην άρδευσης είναι ότι μπορεί να βλάψει τα νέα φύλλα και τα λουλούδια. Τα κύτταρα των τρυφερών βλαστών μπορεί να αλλοιωθούν επειδή οι οφθαλμοί απορροφούν υγρασία από το νερό που περιέχει λίπασμα ( τα λιπάσματα προκαλούν τη ζημιά μετά από κάθε άρδευση). Αυτή η ζημιά εμφανίζεται συνήθως στον οφθαλμό και αργότερα σε όλο το αναπτυσσόμενο λουλούδι, υπό μορφή λωρίδων φελλού. Η ζημιά είναι παρόμοια με αυτήν που προκαλεί ο Θρίπας. Η ζημιά φελλού όπως ονομάζεται μπορεί να προσβάλλει έως 75 % των λουλουδιών και μπορεί να περιοριστεί με το χαμήλωμα της πίεσης άρδευσης, έτσι μπαίνει λιγότερο νερό στους οφθαλμούς.

Η άρδευση μπορεί να αυτοματοποιηθεί με ηλεκτροβάνες και ένα χρονοδιακόπτη ή ένα υπολογιστή άρδευσης (αυτό είναι προτιμότερο), αλλά μπορεί να γίνει και με το χέρι.

## **1.4. Συγκομιδή – μετασυλλεκτικοί χειρισμοί**

Η συγκομιδή συνήθως γίνεται 1-2 φορές την εβδομάδα. Κατά μέσο όρο το φυτό αποδίδει 6-8 λουλούδια το χρόνο.

Το στάδιο ωριμότητας του λουλουδιού κατά τη συγκομιδή επηρεάζει δραστικά τη μετέπειτα διατηρησιμότητά του στο ανθοδοχείο. Η ωριμότητα του λουλουδιού καθορίζεται πρακτικά από την κατάσταση του μίσχου (μαλακός ή σκληρός) και το βαθμό αλλαγής του χρώματος του σπάδικα. Η αλλαγή αυτή γίνεται σιγά-σιγά, από τη βάση προς την κορυφή, σε 3-4 εβδομάδες. Στην πράξη η καλλιεργητές συνήθως

συγκομίζουν στο στάδιο των τριών τετάρτων ωριμότητας (αλλαγή χρώματος των τριών τετάρτων του σπάδικα ), οπότε κατά κανόνα έχει σκληροποιηθεί και ο μίσχος. Αν και η συγκομιδή στο στάδιο της πλήρους ωριμότητας εξασφαλίζει μακρότερη διατηρησιμότητα, προτιμάται η κοπή στο στάδιο των τριών τετάρτων, γιατί σ' αυτό η εμφάνιση των λουλουδιών είναι καλύτερη. Η κατάταξη σε κατηγορίες συνήθως γίνεται με βάση το μήκος της σπάθας.

Η αποθήκευση των λουλουδιών πρέπει να γίνεται σε θερμοκρασία 13 °C. Μικρότερες θερμοκρασίες (5-7 °C ) προκαλούν μείωση της διατηρησιμότητας και μεταχρωματισμούς (μαύρισμα κλπ.), σε όλη ή μέρος (κηλίδες) της σπάθας. Στη θερμοκρασία των 13 °C μπορεί να διατηρηθούν επί 2-3 εβδομάδες, χωρίς δυσμενείς επιπτώσεις στη μετέπειτα ζωή τους στο ανθοδοχείο.

Τα λουλούδια διατηρούνται στο ανθοδοχείο επί 3-4 εβδομάδες.

## 1.5. Έντομα – ασθένειες

Το ανθούριο συνήθως προσβάλλεται από αφίδες, θρίπες και ακάρεα. Η καταπολέμησή τους γίνεται με τη χρήση των κοινών εντομοκτόνων. Από πλευράς ασθενειών είναι ευαίσθητο στις λεγόμενες « ασθένειες του λαιμού », που τις προκαλούν οι μύκητες *Pythium sp.* και *Phytophthora sp.*, καθώς επίσης και στην ανθράκνωση ( *Colletotrichum gloeosporioides*).

Οι ασθένειες αυτές αντιμετωπίζονται με τους συνηθισμένους τρόπους (απολυμάνσεις, ψεκασμοί κλπ.). Ζημιές επίσης μπορούν να προκαλέσουν και οι νηματώδεις.

Παρόλα τα έντομα και τις ασθένειες ο συχνότερος λόγος που καταστρέφονται τα ανθούρια είναι το σάπισμα των ριζών από το υπερβολικό πότισμα. Οι ψεκασμοί κατά των εντόμων πρέπει να γίνονται στις κάτω πλευρές των φύλλων. Ειδικά για τους θρίπες, πρέπει να λαμβάνονται αμέσως μέτρα γιατί μπορεί να καταστρέψουν όλα τα λουλούδια καθώς προσβάλουν τα μπουμπούκια πριν ακόμα αυτά ανοίξουν. Στην περίπτωση που προσβληθεί το λουλούδι, αφού ανοίξει θα δούμε λευκές γραμμές ή χαρακιές πάνω στην επιφάνεια του και πιθανόν να είναι και λίγο παραμορφωμένο. Στον πίνακα 1 παρουσιάζονται ορισμένα σκευάσματα που χρησιμοποιούνται στην καλλιέργεια ανθούριου για την καταπολέμηση εχθρών και ασθενειών.

**Πίνακας 1.** Σκευάσματα που χρησιμοποιούνται για την καταπολέμηση εχθρών και ασθενειών στην καλλιέργεια ανθούριου.

<b>ΕΧΘΡΟΙ</b>	<b>ΕΜΠΟΡΙΚΗ ΟΝΟΜΑΣΙΑ</b>	<b>ΔΡΑΣΤΙΚΗ ΟΥΣΙΑ</b>
Θρίπας (Thrips tabaci)	Applaud Assist MesuroI Talsatar Confidol	Buprofezin Cypermethrin Methiocarb Bifethrin Imidachloprid
Τετράνυχος (Tetranychus urticae)	Applaud Assist MesuroI Talsatar Confidol	Buprofezin Cypermethrin Methiocarb Bifethrin Imidachloprid
<b>ΑΣΘΕΝΕΙΕΣ</b>		
Βοτρύτης (Botrytis sp.)	Benlate Rovral	Benomyl Iprodione
Φυτόφθορα (Phytophthora infestans)	Alliete	Phosetyl-A1
Βερτισιλλίωση (Verticillium sp.)	Rovral	Iprodione
Τριχόδεσμα (Trichoderma sp.)	Rovral	Iprodione

# ΚΕΦΑΛΑΙΟ Ι Ι

## ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ ΥΔΡΟΠΟΝΙΚΩΝ ΚΑΛΛΙΕΡΓΕΙΩΝ ΑΝΘΟΚΟΜΙΚΩΝ ΦΥΤΩΝ

### 2.1. Γενικά

Στην υδροπονία χρησιμοποιούνται πλήρη θρεπτικά διαλύματα, δηλαδή υδατικά διαλύματα που περιέχουν όλα τα απαραίτητα για την ανάπτυξη των φυτών ανόργανα θρεπτικά στοιχεία, εκτός από τον άνθρακα τον οποίο η καλλιέργεια τον προσλαμβάνει από την ατμόσφαιρα ως διοξείδιο του άνθρακα ( $\text{CO}_2$ ). Το υδρογόνο και το οξυγόνο είναι συστατικά του νερού ενώ οξυγόνο προσλαμβάνεται και από τον ατμοσφαιρικό αέρα για τις ανάγκες της αναπνοής. Το χλώριο εμπεριέχεται σχεδόν πάντοτε σε επαρκείς ποσότητες ως χλωριούχο ανιόν στο νερό που χρησιμοποιείται για την παρασκευή του διαλύματος καθώς επίσης και στις προσμίξεις των λιπασμάτων. Επομένως μόνο τα 12 από τα 16 απαραίτητα για την ανάπτυξη των φυτών χημικά στοιχεία, δηλ. Τα μακροστοιχεία N, P, S, K, Ca και Mg και τα ιχνοστοιχεία Fe, Mn, Zn, Cu, B και Mo πρέπει να προστίθενται στο νερό από τον παρασκευαστή του θρεπτικού διαλύματος.

Για να προστεθούν τα θρεπτικά στοιχεία στο διάλυμα ως λιπάσματα χρησιμοποιούνται κυρίως απλά υδατοδιαλυτά άλατα καθώς επίσης και ορισμένα οξέα, ενώ ειδικά ο σίδηρος χορηγείται σε μορφή οργανομεταλλικών συμπλόκων (χειλικές ενώσεις σιδήρου). Τα λιπάσματα που χρησιμοποιούνται συνήθως κατά την παρασκευή θρεπτικών διαλυμάτων για υδροπονικές καλλιέργειες παρατίθενται στον πίνακα 1. Όπως φαίνεται στον προαναφερθέντα πίνακα, τα χρησιμοποιούμενα στην υδροπονία απλά υδατοδιαλυτά λιπάσματα συνίστανται μόνο από μια χημική ένωση (με εξαίρεση το νιτρικό ασβέστιο), συνοδευόμενη συνήθως και από νερό, είτε σε κρυσταλλική μορφή (άλατα), είτε ως διαλύτη (οξέα με περιεκτικότητα χαμηλότερη από 100 %). Επομένως, επιλέγοντας κάθε φορά κατάλληλες αναλογίες ανάμειξης ορισμένων από αυτά τα λιπάσματα, είναι δυνατόν να παρασκευαστεί ένα πλήρες θρεπτικό διάλυμα με εξατομικευμένες σε μια δεδομένη καλλιέργεια αναλογίες και περιεκτικότητες σε θρεπτικά στοιχεία.



Όλα σχεδόν τα λιπάσματα του πίνακα 2 που χρησιμοποιούνται ως πηγές μακροστοιχείων κατά την παρασκευή θρεπτικών διαλυμάτων αποτελούνται από δυο ιόντα θρεπτικών στοιχείων, ένα κατιόν και ένα ανιόν. Υδατοδιαλυτά άλατα, των οποίων το ένα ιόν είναι θρεπτικό μακροστοιχείο ενώ το άλλο όχι (π.χ. KCl, NaNO<sub>3</sub>, κλπ.) δεν χρησιμοποιούνται σχεδόν ποτέ ως λιπάσματα μακροστοιχείων στην υδροπονία, λόγω της επιβάρυνσης του διαλύματος με ένα ανεπιθύμητο ιόν σε υψηλές σχετικά συγκεντρώσεις.

Μία εξαίρεση μπορεί να θεωρηθεί ότι συνιστά το KHCO<sub>3</sub>, το οποίο χρησιμοποιείται σε ορισμένες σπάνιες περιπτώσεις που απαιτείται η ανύψωση του pH του διαλύματος στον χώρο των ριζών. Αντίθετα, για τα ιχνοστοιχεία δεν υφίσταται τέτοιο πρόβλημα, δεδομένου ότι οι ποσότητες λιπασμάτων ιχνοστοιχείων που προστίθενται στο διάλυμα είναι πολύ χαμηλές. Επομένως, το συνοδό ιόν (δηλαδή αυτό που δεν περιέχει το επιζητούμενο ιχνοστοιχείο) των χημικών ενώσεων που χρησιμοποιούνται για την προσθήκη κάποιου ιχνοστοιχείου σε ένα θρεπτικό διάλυμα δεν είναι απαραίτητο να είναι και αυτό ιόν θρεπτικού στοιχείου. Μπορεί, χωρίς να δημιουργείται πρόβλημα, να είναι κάποιο άλλο ιόν (π.χ. Na<sup>+</sup>) αρκεί σε χαμηλές συγκεντρώσεις ανάλογες με αυτές των ιχνοστοιχείων να μην είναι τοξικό για τα φυτά, όπως συμβαίνει π.χ. με το Na<sup>+</sup>.

**Πίνακας 2.** Συνοπτική περιγραφή απλών υδατοδιαλυτών λιπασμάτων που χρησιμοποιούνται για την παρασκευή θρεπτικών διαλυμάτων στην υδροπονία.

Λίπασμα	Χημικός τύπος	Θρεπτικά στοιχεία (%)	Μοριακό βάρος	Διαλυτότητα (Kg/g, 0 °C)
Νιτρικό αμμώνιο	NH <sub>4</sub> NO <sub>3</sub>	N : 35	80	1,18
Νιτρικό ασβέστιο	5[Ca(NO <sub>3</sub> ) <sub>2</sub> 2H <sub>2</sub> O] NH <sub>4</sub> NO <sub>3</sub>	N : 15,5 , Ca : 19	1080,5	1,02
Νιτρικό κάλιο	KNO <sub>3</sub>	N : 13 , K : 38	101,1	0,13
Νιτρικό μαγνήσιο	Mg(NO <sub>3</sub> ) <sub>2</sub> 6H <sub>2</sub> O	N : 11 , Mg : 9	256,3	2,79 ( 20°C )
Νιτρικό οξύ	HNO <sub>3</sub>	N : 22	63	-
Φωσφορικό μονοαμμώνιο	NH <sub>4</sub> H <sub>2</sub> PO <sub>4</sub>	N : 12 , P : 27	115	0,23
Φωσφορικό μονοκάλιο	KH <sub>2</sub> PO <sub>4</sub>	P : 23 , K : 28	136,1	1,67
Φωσφορικό οξύ	H <sub>3</sub> PO <sub>4</sub>	P : 32	98	-
Θειικό κάλιο	K <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>	K : 45 , S : 18	174,3	0,12
Θειικό μαγνήσιο	MgSO <sub>4</sub> 7H <sub>2</sub> O	Mg : 9,7 , S : 13	246,3	0,26
Ανθρακικό μονοκάλιο	KHCO <sub>3</sub>	K : 39	100,1	1,12
Χιλικός σίδηρος	Διαφόρων τύπων	Fe : 6 - 13	-	-
Θειικό μαγγάνιο	MnSO <sub>4</sub> H <sub>2</sub> O	Mn : 32	169	1,05
Θειικός ψευδάργυρος	ZnSO <sub>4</sub> 7H <sub>2</sub> O	Zn : 23	287,5	0,62
Θειικός χαλκός	CuSO <sub>4</sub> 5H <sub>2</sub> O	Cu : 25	249,7	0,32
Βόρακας	Na <sub>2</sub> B <sub>4</sub> O <sub>7</sub> 10H <sub>2</sub> O	B : 11	381,2	0,016
Βορικό οξύ	H <sub>3</sub> BO <sub>3</sub>	B : 17,5	61,8	0,05
Soludor	Na <sub>2</sub> B <sub>8</sub> O <sub>13</sub> 4H <sub>2</sub> O	B : 20,5	412,4	0,045
Μολυβδαινικό αμμώνιο	(NH <sub>4</sub> ) <sub>6</sub> Mo <sub>7</sub> O <sub>24</sub> 4H <sub>2</sub> O	Mo : 54	1235,9	0,43
Μολυβδαινικό νάτριο	Na <sub>2</sub> MoO <sub>4</sub> 2H <sub>2</sub> O	Mo : 40	241,9	0,56

Εκτός από τις συγκεντρώσεις των θρεπτικών στοιχείων στην υδροπονική πράξη χρησιμοποιούνται ευρύτατα και δυο άλλα μεγέθη για να υποδηλώσουν την σύσταση και την θρεπτική αξία των θρεπτικών διαλυμάτων. Η ευρύτετη χρήση αυτών των μεγεθών στην καλλιεργητική πράξη οφείλεται στο γεγονός ότι μπορούν να μετρηθούν εύκολα και με ακρίβεια ακόμη και στο θερμοκήπιο χρησιμοποιώντας φορητά όργανα. Τα μεγέθη αυτά είναι η **ηλεκτρική αγωγιμότητα (EC)** και το **pH** του θρεπτικού διαλύματος.

### **2.1.1. Ηλεκτρική αγωγιμότητα θρεπτικού διαλύματος**

Η ηλεκτρική αγωγιμότητα ( Electrical Conductivity = EC ) σαν φυσικό μέγεθος είναι το αντίστροφο της ειδικής ηλεκτρικής αντίστασης ενός υλικού, έχει δηλαδή διαστάσεις ηλεκτρικής αντίστασης ανά μονάδα μήκους. Στην πραγματικότητα πρόκειται για την ειδική ηλεκτρική αγωγιμότητα, για χάρη συντομίας όμως έχει επικρατήσει να ονομάζεται απλώς ηλεκτρική αγωγιμότητα. Σήμερα σαν μονάδα μέτρησης της ηλεκτρικής αγωγιμότητας έχει καθιερωθεί διεθνώς το dS/m (σε ορισμένα κείμενα χρησιμοποιείται το mS/cm).

Η ηλεκτρική αγωγιμότητα ενός υδατικού διαλύματος σε μια συγκεκριμένη θερμοκρασία είναι ανάλογη της συγκέντρωσης των ιόντων που βρίσκονται διαλυμένα σ' αυτό. Έτσι, στην περίπτωση των νερών άρδευσης και των θρεπτικών διαλυμάτων είναι μέτρο της περιεκτικότητας τους σε θρεπτικά στοιχεία κι άλλα ανόργανα άλατα. Η ηλεκτρική αγωγιμότητα δεν μας δίνει καμία πληροφορία για το είδος των αλάτων που είναι διαλυμένα σε ένα διάλυμα, αλλά μόνο για την συνολική τους συγκέντρωση. Παρ' όλα αυτά όμως στην υδροπονική πράξη η αγωγιμότητα τόσο κατά τον καθημερινό έλεγχο της κατάστασης του θρεπτικού διαλύματος στον χώρο του ριζικού συστήματος, όσο και για την πιστοποίηση της καταλληλότητας των νεοπαρασκευασθέντων (νωπών) διαλυμάτων, λόγω της ευκολίας με την οποία προσδιορίζεται.

Τιμές ηλεκτρικής αγωγιμότητας χαμηλότερες από ένα κατώτερο όριο υποδηλώνουν ότι η περιεκτικότητα του διαλύματος σε ορισμένα τουλάχιστον θρεπτικά στοιχεία είναι ανεπαρκής. Ανάλογα, πολύ υψηλές τιμές πάνω από ένα ανώτατο ωριό σημαίνουν ότι η συνολική περιεκτικότητα του διαλύματος σε άλατα (θρεπτικών στοιχείων και μη) είναι τόσο μεγάλη, ώστε τα φυτά υφίστανται αλατούχο

καταπόνηση ανάλογα με αυτή στην οποία είναι εκτεθειμένα όταν καλλιεργούνται σε αλατούχα εδάφη.

### **2.1.2. Το pH των θρεπτικών διαλυμάτων**

Το pH του θρεπτικού διαλύματος (μέτρο της περιεκτικότητάς του σε ιόντα υδρογόνου, δηλ. της ενεργού οξύτητάς του) είναι καθοριστικής σημασίας κριτήριο για την καταλληλότητά του. Όταν το pH είναι υψηλότερο ή χαμηλότερο από κάποιες τιμές που θεωρούνται ως ανώτερα ή κατώτερα επιθυμητά όρια, πολλά θρεπτικά στοιχεία καθίστανται δυσδιάλυτα (κυρίως P, Fe, Mn σε υψηλό pH ), οπότε η απορρόφησή τους από τα φυτά δυσχεραίνεται, ενώ άλλα απορροφώνται με ταχύτερους από τους συνήθεις ρυθμούς (π.χ. το Mn και το αργίλιο σε χαμηλό pH). Το αποτέλεσμα είναι να εμφανίζονται διαταραχές στην θρέψη των φυτών (τροφοπενίες, τοξικότητες κλπ.). Για τα περισσότερα είδη καλλωπιστικών φυτών το pH του θρεπτικού διαλύματος στον χώρο των ριζών θα πρέπει να κυμαίνεται μεταξύ 5,2 και 6,0.

## **2.2. Ανοικτά – κλειστά υδροπονικά συστήματα**

Ένα υδροπονικό σύστημα ονομάζεται ανοικτό, όταν το μέρος του θρεπτικού διαλύματος που απορρέει ως πλεονάζον από τον χώρο των ριζών δεν συλλέγεται αλλά αφήνεται να χαθεί στο περιβάλλον (συνήθως απορροφάται από το έδαφος του θερμοκηπίου). Κλειστό αντίθετα καλείται ένα υδροπονικό σύστημα όταν το πλεονάζον θρεπτικό διάλυμα από το χώρο των ριζών συλλέγεται, ανανεώνεται, συμπληρώνεται και με την βοήθεια μιας αντλίας οδηγείται ξανά στα φυτά προς επαναχρησιμοποίηση. Στα κλειστά συστήματα έχουμε δηλαδή ανακύκλωση του θρεπτικού διαλύματος που περισσεύει.

Ένας τρόπος επαναχρησιμοποίησης του διαλύματος απορροής είναι η συνεχής τροφοδοσία και επανακυκλοφορία του θρεπτικού διαλύματος (π.χ. σύστημα NFT ). Ο δεύτερος τρόπος ανακύκλωσης αφορά υδροπονικά συστήματα στα οποία η παροχή θρεπτικού διαλύματος (πότισμα) είναι συχνή αλλά διακοπτόμενη και μικρής διάρκειας. Σε αυτού του είδους τα κλειστά υδροπονικά συστήματα το διάλυμα απορροής που συλλέγεται μετά από κάθε πότισμα συμπληρώνεται με νερό και θρεπτικά στοιχεία και χρησιμοποιείται ξανά. Οι ποσότητες θρεπτικού διαλύματος που

απορρέουν από το ριζόστρωμα και επαναχρησιμοποιούνται αφού πρώτα συμπληρωθούν με νερό και λιπάσματα είναι τελείως διαφορετικές σε κάθε μια από της προαναφερόμενες τεχνικές ανακύκλωσης του θρεπτικού διαλύματος. Για παράδειγμα, σε μια καλλιέργεια τομάτας, όταν εφαρμόζεται συνεχείς επανακυκλοφορία του θρεπτικού διαλύματος ο όγκος του θρεπτικού διαλύματος που επανακυκλοφορεί κυμαίνεται γύρω στα 200 m<sup>3</sup> ανά στρέμμα και ημέρα ενώ όταν η άρδευση βασίζεται σε συνεχή, διακοπτόμενα ποτίσματα, το θρεπτικό διάλυμα που συλλέγεται και ανακυκλώνεται δεν υπερβαίνει τα 6-8 m<sup>3</sup> ανά στρέμμα και ημέρα.

Η ανακύκλωση του θρεπτικού διαλύματος που περισσεύει και απορρέει από το ριζόστρωμα μετά από κάθε εφαρμογή άρδευσης συμβάλει τόσο στην εξοικονόμηση νερού και λιπασμάτων όσο και στον περιορισμό της μόλυνσης του περιβάλλοντος με νιτρικά και άλλα λιπάσματα. Πρόκειται δηλαδή για μια κατ' εξοχήν φιλική προς το περιβάλλον μέθοδο καλλιέργειας φυτών. Η εφαρμογή ανακύκλωσης όμως εμπεριέχει κινδύνους γρήγορης εξάπλωσης μολύνσεων στην καλλιέργεια όταν το διάλυμα απορροής δεν απολυμαίνεται πριν επαναχρησιμοποιηθεί. Οι κυριότερες μέθοδοι απολύμανσης του θρεπτικού διαλύματος είναι η παστερίωση με θέρμανση, η έκθεσή του σε υπεριώδη ακτινοβολία και η αργή διήθηση μέσω άμμου. Η χρήση χημικών απολυμαντικών όπως O<sub>3</sub>, H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>, και I<sub>2</sub> περικλείει κινδύνους φυτοτοξικότητας ενώ η διήθηση μέσω μικροφίλτρων παρουσιάζει προβλήματα απόφραξης.

Τα περισσότερα συστήματα υδροπονικών καλλιεργειών μπορούν να λειτουργούν τόσο ως κλειστά όσο και ως ανοιχτά. Για να λειτουργήσει όμως ως κλειστό ένα υδροπονικό σύστημα θα πρέπει να υπάρχουν κατάλληλες εγκαταστάσεις, ώστε να είναι δυνατή η ανακύκλωση του θρεπτικού διαλύματος. Εκτός από τον επιπλέον εξοπλισμό, η ανακύκλωση του θρεπτικού διαλύματος απαιτεί και διαφορετικούς χειρισμούς όσον αφορά την τροφοδοσία των φυτών με θρεπτικό διάλυμα και γενικά την θρέψη της καλλιέργειας. Το πρόβλημα της συμπλήρωσης του διαλύματος απορροής συνίσταται στον καθορισμό των απαραίτητων ποσοτήτων νερού και πυκνών διαλυμάτων που πρέπει να προστεθούν σε αυτό ώστε το διάλυμα που θα προκύψει από αυτή την διαδικασία να έχει την επιθυμητή σύνθεση. Όπως είναι γνωστό, ο ρυθμός απορρόφησης νερού και θρεπτικών στοιχείων από τα φυτά δεν είναι σταθερός αλλά μεταβάλετε ανάλογα με το είδος και το στάδιο ανάπτυξης του φυτού (έκταση φυλλικής επιφάνειας), τα κλιματικά δεδομένα (θερμοκρασία, σχετική υγρασία, ηλιοφάνεια, κλπ.) που επικρατούν σε ένα δεδομένο χρονικό διάστημα, κλπ.

Επομένως, ο όγκος θρεπτικού διαλύματος που περισσεύει και απομακρύνεται από το ριζόστρωμα μετά την χορήγησή του στα φυτά καθώς και οι συγκεντρώσεις θρεπτικών στοιχείων που περιέχονται σε αυτό διαφέρουν κάθε φορά. Κατά συνέπεια, οι ποσότητες νερού και θρεπτικών στοιχείων που πρέπει να προστεθούν στο διάλυμα απορροής δεν είναι σταθερές και γι' αυτό δεν μπορούν να καθορισθούν εκ των προτέρων. Σε κάθε περίπτωση όμως, για να είναι εφικτή από τεχνική και οικονομική άποψη η ανακύκλωση του διαλύματος απορροής, η συμπλήρωσή του με της κατάλληλες ποσότητες νερού και θρεπτικών στοιχείων θα πρέπει να γίνεται αυτόματα με την βοήθεια κατάλληλου εξοπλισμού. Οι στρατηγικές που μπορούν να εφαρμοσθούν για την συμπλήρωση του διαλύματος απορροής με της αναγκαίες ποσότητες νερού και θρεπτικών στοιχείων εξαρτώνται από τον διατιθέμενο εξοπλισμό και μπορούν να ταξινομηθούν στις εξής τρεις κατηγορίες:

1. Συμπλήρωση με προεπιλεγμένη αναλογία μείξης διαλύματος απορροής-νερού.
2. Συμπλήρωση με αυτόματα ρυθμιζόμενη αναλογία ανάμιξης απορροής-νερού.
3. Συμπλήρωση με αυτόματα μεταβαλλόμενη αναλογία έγχυσης λιπασμάτων.

### **2.3. Πλεονεκτήματα υδροπονίας**

Η εγκατάσταση υδροπονικής καλλιέργειας αντί της καλλιέργειας στο έδαφος παρουσιάζει σημαντικά πλεονεκτήματα αλλά παράλληλα έχει και ορισμένα μειονεκτήματα. Για να αποφασίσει ένας παραγωγός να μεταπηδήσει από την παραδοσιακή καλλιέργεια στο έδαφος στην υδροπονία θα πρέπει να σταθμίσει αν στην δική του περίπτωση τα πλεονεκτήματα που παρέχει η υδροπονία είναι σημαντικότερα από τα μειονεκτήματα.

Επίσης θα πρέπει να σημειωθεί ότι με εξαίρεση την άρδευση και την υδρολίπανση, τα υπόλοιπα δεδομένα της τεχνικής της καλλιέργειας φυτών για παραγωγή δρεπτών ανθέων (τύπος και χαρακτηριστικά θερμοκηπίου, ρύθμιση συνθηκών περιβάλλοντος, κλάδεμα, υποσύλωση, συγκομιδή, κλπ.) δεν διαφοροποιείται σημαντικά είτε πρόκειται για υδροπονική καλλιέργεια είτε για καλλιέργεια στο έδαφος του θερμοκηπίου.

1. Το πρώτο και προφανέστερο πλεονέκτημα της υδροπονίας είναι η ριζική αντιμετώπιση των προβλημάτων που προκαλούν στις θερμοκηπιακές καλλιέργειες οι

μεταδιδόμενες μέσω του εδάφους ασθένειες (φουζάριο, βερτισίλλιο, πύθιο, πυρηνοχαίτη, έντομα εδάφους, νηματώδεις, ορισμένα βακτήρια και φυτοϊοί, κλπ.). Πρέπει βέβαια να διευκρινισθεί ότι προβλήματα με ορισμένα μεταδιδόμενα μέσω του εδάφους παθογόνα, όπως το πύθιο, η φυτόφθορα, το φουζάριο, κλπ. δεν είναι απίθανο να εμφανιστούν ακόμη και στις υδροπονικές καλλιέργειες, μολονότι η πιθανότητα είναι πολύ μικρότερη σε σύγκριση με τις καλλιέργειες στο έδαφος. Συνήθως όμως τέτοια προβλήματα στην υδροπονία μπορούν να εμφανιστούν μόνο όταν η απομόνωση του υποστρώματος ή του θρεπτικού διαλύματος από το έδαφος του θερμοκηπίου δεν είναι πλήρης (όχι καλή κάλυψη του εδάφους με πλαστικό φύλλο) ή όταν το νερό άρδευσης είναι έντονα μολυσμένο με κάποιο παθογόνο.

2. Εφόσον στις υδροπονικές καλλιέργειες το χώμα δεν έρχεται καθόλου σε επαφή με το φυτό και ιδιαίτερα με τις ρίζες του, δεν υφίσταται ανάγκη για απολύμανση του εδάφους. Αποφεύγεται επομένως η εφαρμογή χημικών απολυμαντικών υψηλής τοξικότητας όπως το βρωμιούχο μέθυλιο, η χρήση των οποίων εγκυμονεί σοβαρούς κινδύνους για την υγεία τόσο των παραγωγών όσο και των καταναλωτών. Παράλληλα, μειώνεται δραστικά η ανάγκη εφαρμογής φυτοφαρμάκων για την αντιμετώπιση των εδαφογενών ασθενειών.

3. Μέσω της μεταπήδησης στην υδροπονία λύνεται ριζικά το πρόβλημα της χαμηλής γονιμότητας που εμφανίζουν πολλά εδάφη θερμοκηπίου, είτε λόγω υπερεντατικής εκμετάλλευσης και μονοκαλλιέργειας (κόπωση εδαφών) είτε λόγω δυσμενών φυσικών ιδιοτήτων (π.χ. πολύ βαριά ή πολύ ελαφρά εδάφη, εδάφη με πολύ χαμηλή περιεκτικότητα σε οργανική ουσία, εναλατωμένα εδάφη, κλπ.) σε τέτοιες περιπτώσεις η υδροπονία αποτελεί πιο ριζική και πιο αποτελεσματική λύση από την βελτίωση και την ανάπλαση του προβληματικού εδάφους.

4. Ιδιαίτερα χρήσιμη είναι η υδροπονία όταν το χρησιμοποιούμενο για άρδευση νερό έχει υψηλή περιεκτικότητα σε άλατα (ηλεκτρική αγωγιμότητα πάνω από 1 - 1,5 dS/m). Στις περιπτώσεις αυτές η υδροπονία είναι ίσως ο μόνος τρόπος επιτυχημένης αντιμετώπισης του προβλήματος. Πρέπει όμως να διευκρινιστεί ότι, όταν υφίσταται πρόβλημα υπερβολικά υψηλής αλατότητας του νερού άρδευσης, λύση αποτελεί μόνο η καλλιέργεια σε ανοικτά υδροπονικά συστήματα. Αντίθετα, τα κλειστά υδροπονικά συστήματα στα οποία εφαρμόζεται ανακύκλωση του θρεπτικού διαλύματος παρουσιάζουν σοβαρά προβλήματα όταν η περιεκτικότητα του νερού άρδευσης σε ανόργανα άλατα είναι υψηλή και συνεπώς σε τέτοιες περιπτώσεις θα πρέπει να αποφεύγεται η υιοθέτησή τους.

5. Στις υδροπονικές καλλιέργειες το κόστος θέρμανσης είναι μειωμένο. Όπως είναι γνωστό, η εξάτμιση νερού συνοδεύεται πάντοτε από κατανάλωση ενέργειας υπό μορφή λανθάνουσας θερμότητας. Σε ένα θερμοκήπιο που καλλιεργείται υδροπονικά όμως, η εξάτμιση νερού από την επιφάνεια του εδάφους είναι πρακτικά αμελητέα, δεδομένου ότι αυτό είναι καλυμμένο με πλαστικά φύλλα,. Συνεπώς οι ανάγκες σε ενέργεια για την θέρμανση του αέρα μειώνονται.

Εκτός όμως από την εξοικονόμηση ενέργειας λόγω ελαχιστοποίησης της εξάτμισης νερού από το έδαφος, μειωμένες δαπάνες για θέρμανση προκύπτουν και από το γεγονός ότι η καλλιέργεια παύει να εξαρτάται από την θερμοκρασία του εδάφους του θερμοκηπίου. Γενικά, η διατήρηση της θερμοκρασίας του εδάφους του θερμοκηπίου σε ικανοποιητικά επίπεδα τον χειμώνα είναι δύσκολη και απαιτεί την διατήρηση υψηλών θερμοκρασιών στον εναέριο χώρο ή (εναλλακτικά) την εγκατάσταση επιδαπέδιου ή υπόγειου συστήματος θέρμανσης του εδάφους. Στην υδροπονία αντίθετα, οι ρίζες των φυτών αναπτύσσονται μέσα στον περιορισμένο όγκο των υποστρωμάτων ή των θρεπτικών διαλυμάτων, τα οποία μάλιστα είναι τοποθετημένα πάνω από την επιφάνεια του εδάφους, χωρίς να έρχονται σε επαφή με το χώμα. Κατά συνέπεια, η ανύψωση της θερμοκρασίας στο χώρο του ριζοστρώματος μπορεί να επιτευχθεί γρηγορότερα κατά την διάρκεια της ημέρας και με χαμηλότερη δαπάνη για καύσιμα.

6. Έχει αποδειχθεί ότι η καλλιέργεια τόσο σε υποστρώματα όσο και σε καθαρό θρεπτικό διάλυμα (π.χ. NFT ) επιφέρει σημαντική προώμιση. Αυτό οφείλεται κυρίως στις υψηλότερες θερμοκρασίες που διαμορφώνονται στον χώρο του ριζοστρώματος όταν τα φυτά καλλιεργούνται εκτός εδάφους.

7. Στις υδροπονικές καλλιέργειες η θρέψη των φυτών είναι πολύ πιο ακριβής, μπορεί να ελέγχεται και να εποπτεύεται καλύτερα και με μεγαλύτερη αξιοπιστία και επίσης μπορεί να διορθώνεται ευκολότερα και ταχύτερα σε περιπτώσεις που έχει διαπραχθεί κάποιο λάθος. Στην υδροπονία όλα τα θρεπτικά στοιχεία παρέχονται σε συγκεκριμένες συγκεντρώσεις και αναλογίες μεταξύ τους, μέσω του θρεπτικού διαλύματος. Κατά συνέπεια, μια σειρά από μεταβλητές του εδάφους που επηρεάζουν την τροφοδοσία των φυτών με θρεπτικά στοιχεία, όπως π.χ. η μηχανική του σύστημα, η δομή του, η περιεκτικότητά του σε οργανική ουσία, η ανταλλακτική του ικανότητα, κλπ. αλλά και άλλοι παράγοντες όπως π.χ. αυτοί που επηρεάζουν την ταχύτητα οργανοποίησης της οργανικής ουσίας δεν ασκούν πλέον καμιά επίδραση στις



καλλιέργειες, με τελικό αποτέλεσμα, η σχεδίαση ενός κατάλληλου σχήματος θρέψης των φυτών να καθιστάτε πιο εύκολη.

8. Η καλλιέργεια των φυτών εκτός εδάφους απαλλάσσει των καλλιεργητή από τις εργασίες της προετοιμασίας του εδάφους (όργωμα, φρεζάρισμα, βασική λίπανση, κλπ.) με αποτέλεσμα, αφενός μεν να μειώνονται οι ανάγκες σε εργατικά και αφετέρου να είναι δυνατή η φύτευση νέας καλλιέργειας αμέσως μετά την απομάκρυνση της προηγούμενης. Αυτή η τελευταία δυνατότητα είναι πολύ χρήσιμη όταν το θερμοκήπιο αξιοποιείται όλο το χρόνο με περισσότερες από μια καλλιέργειες ανά ημερολογιακό έτος (π.χ. διαδοχικές καλλιέργειες μαρουλιού, χρυσανθέμων κλπ.).

9. Οι καλύτερες φυσικοχημικές ιδιότητες των υποστρωμάτων σε σύγκριση με το έδαφος, η αριστοποίηση της θρέψης και η διατήρηση υψηλότερων θερμοκρασιών στο ριζόστρωμα κατά την διάρκεια της ψυχρής εποχής του έτους έχουν σαν τελικό αποτέλεσμα την αύξηση των αποδόσεων. Σύμφωνα με μαρτυρίες αρκετών ερευνών που έχουν ασχοληθεί με το θέμα αυτό, οι αποδόσεις των υδροπονικών καλλιεργειών είναι κατά μέσο όρο γύρο στο 15 – 20 % υψηλότερες, συγκρινόμενες με καλλιέργειες που λαμβάνουν χώρα σε γόνιμα, καλής ποιότητας εδάφη. Όταν όμως το έδαφος του θερμοκηπίου παρουσιάζει πρόβλημα, όπως εδαφογενείς ασθένειες, κόπωση λόγω μονοκαλλιέργειας, χαμηλή γονιμότητα, αλατότητα, κλπ., τότε η αύξηση της παραγωγής που επιτυγχάνεται στην υδροπονία είναι υψηλότερη και όχι σπάνια, μπορούν να ληφθούν διπλάσιες αποδόσεις.

10. Η αριστοποίηση της θρέψης που μπορεί να επιτευχθεί μέσω της μεταπήδησης στην υδροπονία αλλά και η αποφυγή μιας σειράς προβλημάτων τα οποία έχουν ήδη αναφερθεί πιο πάνω, έχει σαν συνέπεια τα παραγόμενα στις υδροπονικές καλλιέργειες καλλωπίστηκα φυτά να είναι καλύτερης ποιότητας (μεγαλύτερο μέγεθος, καλύτερο χρώμα φυλλώματος, αύξηση του χρόνου διατήρησης των ανθέων, κλπ.).

11. Τέλος, ένα ακόμα από τα πλεονεκτήματα της υδροπονίας είναι η δυνατότητα αποτελεσματικότερης προστασίας του περιβάλλοντος όταν η καλλιέργεια λαμβάνει χώρα σε κλειστό υδροπονικό σύστημα. Χάρη στην δυνατότητα συνεχούς ανακύκλωσης του θρεπτικού διαλύματος, όλα τα λιπάσματα που χορηγούνται στην καλλιέργεια αξιοποιούνται από τα φυτά με συνεπεία να μην διαφεύγουν κάποιες ποσότητες στο περιβάλλον και το επιβαρύνουν. Το πλεονέκτημα αυτό είναι ιδιαίτερα σημαντικό σε περιοχές στις οποίες το πόσιμο νερό είναι επιφανειακό ή προέρχεται από μικρό βάθος, με συνέπεια να μολύνεται εξαιτίας της έκπλυσης ενός μέρους των

λιπασμάτων. Σε τέτοιες περιπτώσεις δημιουργείται σοβαρό πρόβλημα κυρίως με τα αζωτούχα λιπάσματα, τα οποία είτε είναι νιτρικά άλατα είτε μετατρέπονται στο έδαφος με συνέπεια η περιεκτικότητα του πόσιμου νερού σε νιτρικά να αυξάνεται πάνω από τα όρια και να δημιουργούνται κίνδυνοι για την δημόσια υγεία. Στις περιπτώσεις αυτές, η καλλιέργεια των φυτών θερμοκηπίου σε κλειστά υδροπονικά συστήματα είναι η μόνη λύση η οποία μπορεί να προστατέψει αποτελεσματικά το πόσιμο νερό χωρίς να είναι αναγκαία η εφαρμογή περιορισμών στην καλλιέργεια φυτών με υψηλές λιπαντικές απαιτήσεις, όπως είναι οι θερμοκηπιακές καλλιέργειες.

## **2.4. Μειονεκτήματα υδροπονίας**

1. Το κόστος της αρχικής εγκατάστασης μιας υδροπονικής μονάδας είναι σημαντικό. Το κόστος αυτό οφείλεται κυρίως στη δαπάνη αγοράς των πάγιων εγκαταστάσεων παρασκευής και τροφοδοσίας του θρεπτικού διαλύματος καθώς και στα έξοδα προμήθειας του υποστρώματος καλλιέργειας (εφόσον χρησιμοποιείται υπόστρωμα). Το καθαρό κόστος που απαιτείται για την εγκατάσταση μιας υδροπονικής μονάδας είναι βέβαια χαμηλότερο από το άθροισμα των παραπάνω δαπανών, δεδομένου ότι παράλληλα εξοικονομούνται τα έξοδα προετοιμασίας, κατεργασίας και απολύμανσης του εδάφους. Επιπλέον, ένα σύστημα παρασκευής και διανομής θρεπτικού διαλύματος είναι απαραίτητο και στις καλλιέργειες εδάφους για την εφαρμογή υδρολίπανσης.
2. Η εμφάνιση των δυσμενών επιδράσεων ενός λανθασμένου χειρισμού είναι πιο γρήγορη και συχνά πιο έντονη στις υδροπονικές καλλιέργειες. Στην προκειμένη περίπτωση, σε σύγκριση με τις καλλιέργειες στο έδαφος η υδροπονία χαρακτηρίζεται από ταχύτερη αντίδραση σε ορισμένους καλλιεργητικούς χειρισμούς, ιδιότητα η οποία άλλοτε αποτελεί πλεονέκτημα (όταν πρόκειται για επιθυμητούς χειρισμούς που αποσκοπούν σε συγκεκριμένο θετικό αποτέλεσμα) και άλλοτε μειονέκτημα (όταν πρόκειται για λανθασμένους ή άστοχους χειρισμούς).
3. Η εφαρμογή υδροπονίας σε μια θερμοκηπιακή μονάδα προϋποθέτει ότι ο επικεφαλής της επιχείρησης θα πρέπει να διαθέτει ένα ελάχιστο μορφωτικό επίπεδο. Η ισχύς αυτής της προϋπόθεσης είναι σχετική, δεδομένου ότι όταν υπάρχει η κατάλληλη τεχνική υποστήριξη από ειδικευμένο σύμβουλο-γεωπόνο, η εφαρμογή

υδροπονίας είναι δυνατή ακόμη και από έναν επιμελή αγρότη με στοιχειώδες επίπεδο γραμματικών γνώσεων.

4. Στα κλειστά υδροπονικά συστήματα υφίσταται κίνδυνος εύκολης εξάπλωσης μιας μόλυνσης μέσω του ανακυκλωμένου θρεπτικού διαλύματος εφόσον προσβληθεί ένα φυτό. Στην πράξη βέβαια ο κίνδυνος αυτός είναι σχετικά μικρός. Από την πρακτική εμπειρία όσο και από σχετικά πειράματα έχει αποδειχθεί ότι ακόμη και αν μολυνθούν κάποια φυτά η υπόλοιπη καλλιέργεια συνήθως δεν μολύνεται εφόσον αυτά απομακρυνθούν αμέσως από την υδροπονική εγκατάσταση. Η ύπαρξη μικρής ποσότητας μολύσματος (σπόρια κλπ.) μέσα στο θρεπτικό διάλυμα δεν οδηγεί αυτόματα στην προσβολή των υπόλοιπων φυτών εφόσον δεν συντρέχουν και ορισμένες άλλες προϋποθέσεις, όπως η ύπαρξη πληγών στις ρίζες κλπ. άλλωστε η έγκαιρη εφαρμογή ενός ριζοποτίσματος αμέσως μόλις διαγνωσθεί έστω και σε ένα μόνο φυτό ασθένεια, συνήθως μειώνει ακόμη περισσότερο τις πιθανότητες μιας εκτεταμένης προσβολής λόγω μόλυνσης μέσω του ανακυκλούμενου θρεπτικού διαλύματος. Παρόλα αυτά, ο κίνδυνος γρήγορης εξάπλωσης τυχών μολύνσεων δεν θα πρέπει να αγνοείται και γι' αυτό στις περισσότερες περιπτώσεις που λειτουργεί κλειστό υδροπονικό σύστημα, το διάλυμα που συλλέγεται ως απορροή μετά από κάθε εφαρμογή άρδευσης, πριν ανακυκλωθεί, είναι σκόπιμο να απολυμαίνετε.

5. Ορισμένοι παραγωγοί παραπονούνται ότι στα ανοικτά υδροπονικά συστήματα η κατανάλωση λιπασμάτων είναι αυξημένη σε σύγκριση με το έδαφος. Είναι γεγονός ότι στην υδροπονία, ο καλλιεργητής θα πρέπει να χορηγεί όλα τα απαραίτητα θρεπτικά στοιχεία στα φυτά ενώ αντίθετα, στις καλλιέργειες εδάφους, ορισμένα θρεπτικά στοιχεία όπως το ασβέστιο και τα περισσότερα ιχνοστοιχεία χορηγούνται σπάνια μέσω της λίπανσης, δεδομένου ότι περιέχονται σε επαρκείς ποσότητες στο χώμα. Οι ποσότητες των ιχνοστοιχείων που χορηγούνται στα φυτά στις υδροπονικές καλλιέργειες είναι πολύ μικρές, ενώ χορήγηση μαγνησίου συνηθίζεται και στις καλλιέργειες εδάφους, ιδιαίτερα στις θερμοκηπιακές καλλιέργειες. Επίσης οι χορηγούμενες στην υδροπονία ποσότητες αζώτου, φωσφόρου, και καλίου σε γενικές γραμμές δεν ξεπερνούν τις αντίστοιχες ποσότητες που απαιτούνται σε μια καλλιέργεια εδάφους, δεδομένου ότι και στις δυο περιπτώσεις ισχύει η γενική αρχή ότι οι προστιθέμενες ποσότητες θα πρέπει να ισούνται με το ύψος της κατανάλωσης από τα φυτά συν τις απώλειες μέσω έκπλυσης, ακινητοποίησης κλπ. Επομένως, στην πραγματικότητα, οι μόνες άξιες λόγου, ποσότητες λιπασμάτων που είναι αναγκαίες ειδικά στις υδροπονικές καλλιέργειες, ενώ στο έδαφος εξοικονομούνται, είναι αυτές

που αφορούν τα λιπάσματα ασβεστίου (κατά κανόνα υδατοδιάλυτο νιτρικό ασβέστιο). Όμως και οι ποσότητες λιπασμάτων ασβεστίου που απαιτούνται, συνήθως δεν είναι ιδιαίτερα μεγάλες, γιατί στις περισσότερες περιπτώσεις το νερό που χρησιμοποιείται για την παρασκευή των θρεπτικών διαλυμάτων περιέχει ασβέστιο σε σημαντικές συγκεντρώσεις.

Στην πραγματικότητα, υπαρκτό πρόβλημα υπερβολικής κατανάλωσης λιπασμάτων υφίσταται μόνο σε ανοικτά υδροπονικά συστήματα και μόνο όταν το χορηγούμενο νερό άρδευσης είναι αρκετά περισσότερο από τις πραγματικές ανάγκες της καλλιέργειας. Συνεπώς, το μειονέκτημα αυτό της υδροπονίας δεν είναι απόλυτο αλλά σχετικό και μπορεί να αντιμετωπισθεί ικανοποιητικά μέσω προσαρμογής του προγράμματος άρδευσης στις ανάγκες της καλλιέργειας.

## **2.5. Στοιχεία παρασκευής θρεπτικού διαλύματος για την καλλιέργεια του ανθούριου**

Είναι σημαντικό να είναι γνωστές οι λειτουργίες των διάφορων θρεπτικών στοιχείων στην καλλιέργεια ανθούριου καθώς και η επίδραση του pH στην απορρόφησή τους. Υπάρχουν δύο τύποι θρεπτικών στοιχείων : κινητά και ακίνητα. Μια ανεπάρκεια σε ένα παλιό φύλλο δείχνει μια ανεπάρκεια στο κινητό στοιχείο. Όταν όμως οι ανεπάρκειες εμφανίζονται στα νέα φύλλα τότε υπάρχει μια έλλειψη του ακίνητου στοιχείου. Τα κινητά στοιχεία μπορούν να μεταφερθούν από τα παλιά φύλλα στα νέα.

Το άζωτο ( N ) είναι κινητό στοιχείο, απαραίτητο για την παραγωγή των αμινοξέων. Το άζωτο απορροφάται μέσω των ριζών (μέσω του  $\text{NH}_4$  και του  $\text{NO}_3$ ) και μέσω των φύλλων ως ουρία. Το  $\text{NH}_4$  έχει την ιδιότητα να χαμηλώνει το pH. Η έλλειψη αζώτου στο Ανθούριο παρουσιάζεται υπό μορφή σημείων νέκρωσης και σαν κιτρίνισμα του παλιού φύλλου.

Το φωσφορικό άλας ( P ) είναι κινητό θρεπτικό στοιχείο και σημαντικό για την ανάπτυξη της ρίζας και την ενζυμική παραγωγή. Το φωσφορικό άλας αυξάνει το pH. Μια ανεπάρκεια του φωσφορικού άλατος θα καταστήσει κίτρινες τις άκρες των παλιών φύλλων. Τα νέα φύλλα έχουν σκούρο πράσινο χρώμα και είναι πολύ μικρότερα από τα παλαιότερα φύλλα.

Το κάλιο ( K ) είναι κινητό και σημαντικό στοιχείο για την απορρόφηση και την εξάτμιση του νερού. Επομένως διαδραματίζει έναν κεντρικό ρόλο στην ποιότητα της

καλλιέργειας. Όταν υπάρχει μια ανεπάρκεια του καλίου, το παλιό φύλλο φαίνεται χλωρωτικό μεταξύ των νεαρών, ενώ το γενικό χρώμα των φύλλων γίνεται ανοικτό πράσινο. Το νέο φύλλο είναι μικρότερο και έχει κόκκινο ή σκούρο πράσινο χρώμα. Τα λουλούδια των κόκκινων και πορτοκαλί ποικιλιών αποκαλύπτουν τις μπλε άκρες ή και σημεία στη σπάθα. Τα λουλούδια των ελαφρώς χρωματισμένων ποικιλιών παίρνουν γρήγορα μια υαλώδη εμφάνιση.

Το ασβέστιο ( Ca ) είναι ένα ακίνητο στοιχείο. Διαδραματίζει σημαντικό ρόλο στην αναπαραγωγή και κατασκευή κυττάρων. Η ανεπάρκεια ασβεστίου παρουσιάζεται στα νέα φύλλα σαν ανώμαλα χλωρωτικά σημεία.

Το μαγνήσιο ( Mg ) είναι ένα κινητό στοιχείο, σημαντικό για την σύνθεση της χλωροφύλλης και των ενζύμων. Μια ανεπάρκεια του μαγνησίου παρουσιάζεται υπό μορφή κιτρινίσματος των παλιών φύλλων κατά μήκος της κεντρικής νεύρωσης. Οι νευρώσεις παραμένουν συχνά πράσινες στο χρώμα.

Θεικό άλας ( S ) είναι ακίνητο θρεπτικό στοιχείο. Είναι απαραίτητο για την σύνθεση των πρωτεϊνών και για την μετατροπή των βαριών μετάλλων σε αβλαβή. Μια ανεπάρκεια του θεικού άλατος μπορεί να προκαλέσει χλώρωση στα νέα φύλλα.

Επίδραση του pH. Τα ιχνοστοιχεία: σίδηρος, μαγγάνιο, ψευδάργυρος, βόριο, χαλκός και μολυβδαίνιο είναι αυτά που οι καλλιέργειες χρειάζονται σε μικρές ποσότητες. Τα σημάδια όμως της ανεπάρκειάς τους και ειδικά κάτω από την επιρροή ενός ανακριβούς pH είναι αρκετά εμφανή. Γι' αυτό όπως έχει προαναφερθεί είναι σημαντική η ρύθμιση του pH μεταξύ 5,2 – 6,2. Το ιδανικό pH για το ανθούριο είναι 5,7. Η υψηλή απορρόφηση των θρεπτικών στοιχείων όπως K, Ca, NH<sub>4</sub> και Mg έχει ως αποτέλεσμα το pH να μειωθεί. Αντιθέτως όταν το pH αυξάνεται τότε η λύση είναι περισσότερη παροχή αζώτου υπό μορφή NH<sub>4</sub>.

### **2.5.1. Η ποιότητα νερού του θρεπτικού διαλύματος (λίπανση)**

Το νάτριο, το χλώριο και το διτανθρακικό άλας είναι στοιχεία που καθορίζουν κατά ένα μεγάλο μέρος την καταλληλότητα του νερού για την καλλιέργεια του ανθούριου. Για το νάτριο και το χλώριο τα ποσοστά πρέπει να είναι κάτω από 3 mmol/L για το διτανθρακικό άλας, κάτω από 0,5 mmol/L. Ένα υψηλότερο ποσοστό του διτανθρακικού άλατος μπορεί να εξουδετερωθεί με προσθήκη οξέος στο διάλυμα. Το νάτριο και το χλώριο είναι στοιχεία που χρησιμοποιούνται στις καλλιέργειες με τα βίας, αλλά ανατρέφουν την EC.

Το **επιφανειακό νερό** συχνά δεν ανταποκρίνεται στα ποιοτικά πρότυπα. Η ποιότητα μπορεί να ποικίλει έντονα μεταξύ της βρόχινης περιόδου και της ξηρής περιόδου, επίσης υπάρχει μια πιθανότητα να περιέχει δηλητηριώδεις ουσίες. Η καλή ποιότητα του νερού μπορεί να ποικίλει πολύ και εξαρτάται από το που βρίσκεται. Το καλό νερό περιέχει Ca, Mg, SO<sub>4</sub> και HCO<sub>3</sub>. Αυτά τα στοιχεία πρέπει να ρυθμιστούν στο διάγραμμα λίπανσης.

Το **νερό βρύσης** (πόλη) είναι συνήθως αρκετά καλής ποιότητας και περιέχει NA, Cl και HCO<sub>3</sub>. Το μειονέκτημα του είναι ότι είναι ακριβό.

Το **νερό βροχής** μπορεί εύκολα να συλλεχθεί στη στέγη του θερμοκηπίου, έχει μικρή περιεκτικότητα σε άλατα και είναι το καλύτερο νερό για την καλλιέργεια ανθούριου. Δεδομένου ότι το ανθούριο είναι ευαίσθητο στα άλατα, μια υψηλή EC θα μπορούσε να οδηγήσει σε μικρότερο μέγεθος λουλουδιών, χαμηλότερη παραγωγή και πιο σύντομους μίσχους. Είναι σημαντική η ανάλυση του νερού πριν από την χρήση του γι' αυτό στον πίνακα 3 παρουσιάζεται η περιεκτικότητα των στοιχείων που καθορίζουν την ποιότητά του.

**Πίνακας 3.** Ποσότητες στοιχείων που καθορίζουν την ποιότητα νερού άρδευσης.

Ποιότητα	EC (mS/cm)	Νάτριο NA		Χλώριο Cl		Διπτανθρακικό άλας HCO <sub>3</sub>		Ασβέστιο Ca	
		mmol/L	mg/L	mmol/L	mg/L	mmol/L	mg/L	mmol/L	mg/L
Καλή	< 0.5	< 1.0	23	< 1.0	35	< 0,5	< 31	< 1.0	< 40
Αποδεκτή	0.5 - 1.0	1.0 - 3.0	23 - 26	1.0 - 3.0	35 - 105	0.5 - 1.0	31 - 62	1.0 - 2.0	40 - 80
Φτωχή	> 1.0	> 3.0	> 69	> 3.0	> 105	> 1.0	> 62	> 2.0	> 80

Οι έρευνες έχουν προσδιορίσει την ιδανική σύνθεση λιπασμάτων για το Anthurium andreanum (πίνακας 4). Επίσης προέκυψε ότι είναι καλύτερο να δίνονται οι θρεπτικές ουσίες στα φυτά μέσω του νερού άρδευσης στις ρίζες (σύστημα στάγδην άρδευσης), απ' οτι μέσω του ψεκασμού με ένα λίπασμα φύλλων. Δεδομένου ότι τα φύλλα του ανθούριου περιέχουν μια παχιά κηρώδη ουσία δεν μπορούν να απορροφήσουν τα λιπάσματα καλά. Ένα πλεονέκτημα της λίπανσης μέσω του συστήματος στάγδην άρδευσης είναι ότι τα φύλλα και τα λουλούδια παραμένουν καθαρά.

Γενικά κάποιος μπορεί να πει ότι ένα ελάχιστο ενός γραμμαρίου των θρεπτικών ουσιών πρέπει να δοθεί ανά λίτρο νερού. Η καλύτερη προσέγγιση είναι να εργαστεί κανείς με ένα σύστημα άρδευσης που προσθέτει το λίπασμα στο νερό με την βοήθεια μιας μονάδας αντλιών ή ενός εγχυτήρα. Κατ' αυτόν τον τρόπο οι καλλιέργειες παίρνουν τη σωστή ποσότητα λιπασμάτων σε κάθε κύκλο άρδευσης. Το αποτέλεσμα της λίπανσης θα εξαρτηθεί μεταξύ άλλων και από το χρησιμοποιούμενο υπόστρωμα. Ένα υπόστρωμα που προσφέρει καλή στράγγιση απαιτεί κανονική λίπανση.

Εάν το pH είναι πολύ χαμηλό, τα ιχνοστοιχεία όπως το μαγγάνιο και ο ψευδάργυρος μπορούν εύκολα να παρουσιάσουν σημάδια υπερτροφίας, ενώ ταυτόχρονα μπορούν να εμφανιστούν τα προβλήματα από την απορρόφηση του μολυβδαίνιου.

Ακόμα κι αν η λίπανση πραγματοποιείται σύμφωνα με τις παραπάνω συστάσεις θα ήταν καλό να επιθεωρείται ένα δείγμα λίπανσης τακτικά. Με βάση αυτό, μπορεί να αποφασιστεί ποιες θρεπτικές ουσίες πρέπει να μειωθούν ή να αυξηθούν. Με τη λήψη ενός δείγματος κάθε τέσσερις έως οκτώ εβδομάδες μπορούμε να αποτρέψουμε μια υπερβολή ή μια έλλειψη των θρεπτικών ουσιών. Τα αποτελέσματα του δείγματος πρέπει επίσης να δείχνουν την EC το pH και το ποσό του  $\text{HCO}_3$ .

**Πίνακας 4.** Ιδανική σύνθεση θρεπτικών στοιχείων για το *Anthurium andreanum*.

Κύριο στοιχείο			Ιχνοστοιχείο		
Θρεπτικό στοιχείο	mmol/L	ppm/mg/L	Θρεπτικό στοιχείο	mmol/L	ppm/mg/L
NH <sub>4</sub>	1.0	14	Fe	15.0	0.80
K	4.5	176	Mn	3.0	0.16
Ca	1.5	60	B	20.0	0.22
Mg	1.0	24	Zn	3.0	0.20
NO <sub>3</sub>	6.5	91	Cu	0.5	0.03
SO <sub>4</sub>	1.5	48	Mo	0.5	0.05
P	1.0	31			

# ΚΕΦΑΛΑΙΟ Ι Ι Ι

## ΦΘΟΡΙΣΜΟΣ ΤΗΣ ΧΛΩΡΟΦΥΛΛΗΣ

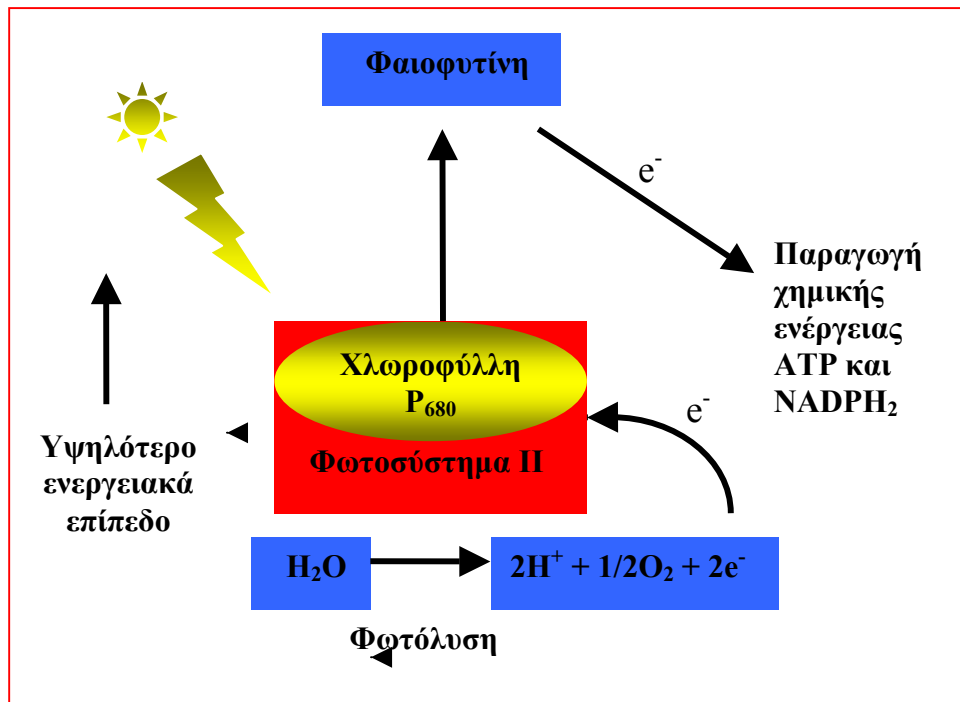
### 3.1. Το φαινόμενο του φθορισμού

Όλη η ελεύθερη ενέργεια που καταναλώνεται από τα βιολογικά συστήματα πηγάζει από την ηλιακή ακτινοβολία η οποία υφίσταται μια πολύπλοκη σειρά μετατροπών φτάνοντας τελικά στη γη με μορφή φωτονίων (=quanta) δηλαδή με τη μορφή φωτεινής ενέργειας. Η ενέργεια αυτή παγιδεύεται από τους πράσινους φυτικούς ιστούς και μετασχηματίζεται σε χημική ενέργεια των ενώσεων του άνθρακα, μέσω της φωτοσύνθεσης. Η φωτοσύνθεση στα πράσινα φυτικά μέρη, λαμβάνει χώρα στους χλωροπλάστες των θυλακοειδών. Το πρώτο βήμα της φωτοσύνθεσης αποτελεί η απορρόφηση του φωτός από την χλωροφύλλη, η οποία αποτελεί ένα σύμπλοκο συναρμογής μιας πορφιρίνης και ενός ιόντος μαγνησίου και η οποία δρα ως φωτοδεσμευτική χρωστική.

Όταν μια μονάδα φωτεινής ενέργειας (=quantum) απορροφάται από ένα μόριο φωτοδεσμευτικής χρωστικής (χλωροφύλλη), η ενέργεια αυτή είναι σε θέση να προκαλέσει την μετακίνηση ενός ηλεκτρονίου ( $e^-$ ) του ατόμου ενός μορίου σε τροχιά πιο απομακρυσμένη από τον πυρήνα του ατόμου. Τότε λέμε ότι το  $e^-$  αυτό βρίσκεται σε κατάσταση διέγερσης. Η κατάσταση αυτή είναι ασταθής και το  $e^-$  τείνει να επιστρέψει αμέσως (σε κλάσματα δευτερολέπτου) στην κανονική του τροχιά. Κατά τη διάρκεια της επιστροφής η ενέργεια, που παγιδεύτηκε απελευθερώνεται και μπορεί να αποδοθεί ως μία από τις τρεις μορφές:

- 1) ως **θερμότητα**, να διασκορπιστεί δηλ. υπό μορφή θερμότητας (~5% της απελευθερωμένης ενέργειας)
- 2) ως **χημική ενέργεια**, να δεσμευθεί από ένα αποδέκτη ηλεκτρονίων Q (φαιοφυτίνη), ο οποίος σύμφωνα με απόψεις που έχουν διατυπωθεί 'αποσβένει' μάλλον τον φθορισμό, και να εισέλθει σε μια διαδικασία παραγωγής χημικής ενέργειας δηλαδή ATP και NADPH<sub>2</sub> (~80% της απελευθερωμένης ενέργειας), και
- 3) ως **φως**, να ξαναεκπεμφεί σχεδόν ακαριαία ως φωτεινή ενέργεια μεγάλου μήκους κύματος, φαινόμενο γνωστό ως φθορισμός (~15% της απελευθερωμένης ενέργειας) (Καράταγλης, Σ.Σ., 1999).





**Σχήμα 1.** Ροή της ενέργειας που διεγείρει τα μόρια της χλωροφύλλης για την τελική μετατροπή της σε χημική ενέργεια των μορίων ATP και NADPH<sub>2</sub> (FlowerTECH 2003, vol.6/no.4).

Είναι πειραματικά επιβεβαιωμένο ότι κατά τη διαδικασία της φωτοσύνθεσης, η ενέργεια που έχει διεγείρει το μόριο της χλωροφύλλης, χρησιμοποιείται κυρίως στο να προκαλέσει μια χημική αντίδραση, παρά να χαθεί ως φως ή θερμότητα (Καράταγλης, Σ.Σ., 1999).

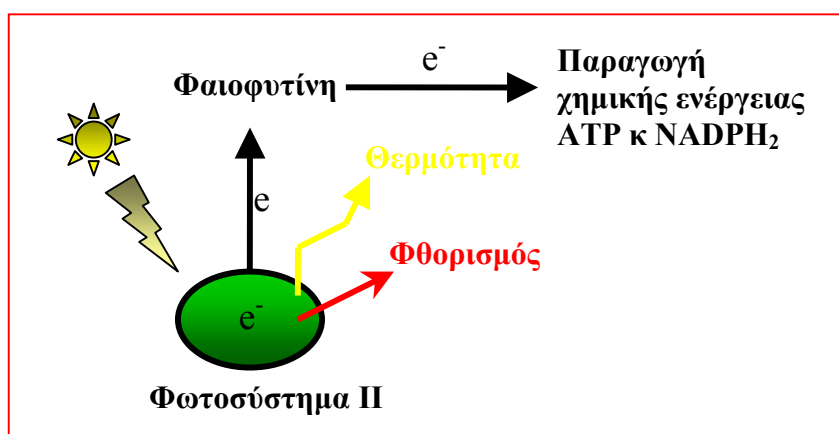
Πάρα ταύτα, τα  $e^-$  που μετακινούνται σε υψηλότερο ενεργειακό επίπεδο λόγω της εκπομπής ακτινοβολίας, για διάφορους λόγους, δεν δεσμεύονται όλα από τον αποδέκτη ηλεκτρονίων (Φαιοφυτίνη) αλλά ορισμένα επιστρέφουν στο κέντρο του φωτοσυστήματος II χωρίς να αξιοποιηθούν για την παραγωγή χημικής ενέργειας. Η ενέργεια που δεν αξιοποιήθηκε απελευθερώνεται με την μορφή θερμότητας ή φωτός. Στην περίπτωση που παράγεται φωτεινή ενέργεια, αυτή εκπέμπεται σε μεγαλύτερο μήκος κύματος, από αυτό της ακτινοβολίας που διέγειρε το ηλεκτρόνιο από το μόριο της χλωροφύλλης. Έτσι στην περίπτωση αυτή τα μόρια της χλωροφύλλης φθορίζουν.

Ας υποθέσουμε για παράδειγμα φύλλα που διατηρούνται στο σκοτάδι για μερικά λεπτά και έπειτα εκπέμπεται δυνατή ακτινοβολία σε αυτά. Κατά τη διάρκεια παραμονής των φύλλων στο σκοτάδι αρκετά από τα ένζυμα που συμμετέχουν στην αφομοίωση του διοξειδίου του άνθρακα (κύκλος του Calvin) είναι ανενεργά. Επίσης

οι απαραίτητες χημικές ενώσεις για την δέσμευση του CO<sub>2</sub> πρέπει να φθάσουν σε κάποιο επίπεδο πριν οι σκοτεινές αντιδράσεις αρχίσουν να λαμβάνουν χώρα. Σύμφωνα με τα παραπάνω υπάρχει μια περίοδος κατά την οποία η δέσμευση του CO<sub>2</sub> γίνεται με ιδιαίτερα αργό ρυθμό (Joyce and Shorter, 2001).

Κατά την περίοδο που μόλις πριν αναφέρθηκε, οι αποδέκτες ηλεκτρονίων συνεχίζουν να δεσμεύουν e<sup>-</sup> από τα διεγερμένα μόρια της χλωροφύλλης, όμως δεν είναι σε θέση να διοχετεύσουν κάπου την ενέργεια αυτή καθώς οι σκοτεινές αντιδράσεις δεν έχουν ακόμη αρχίσει. Με τον τρόπο αυτό, οι αποδέκτες ηλεκτρονίων γίνονται ανενεργοί. Ως αποτέλεσμα έχουμε την απελευθέρωση ενός ποσοστού της ενέργειας των e<sup>-</sup> με τη μορφή φωτός (φθορισμός) και ενός ποσοστού της ενέργειας με την μορφή θερμότητας.

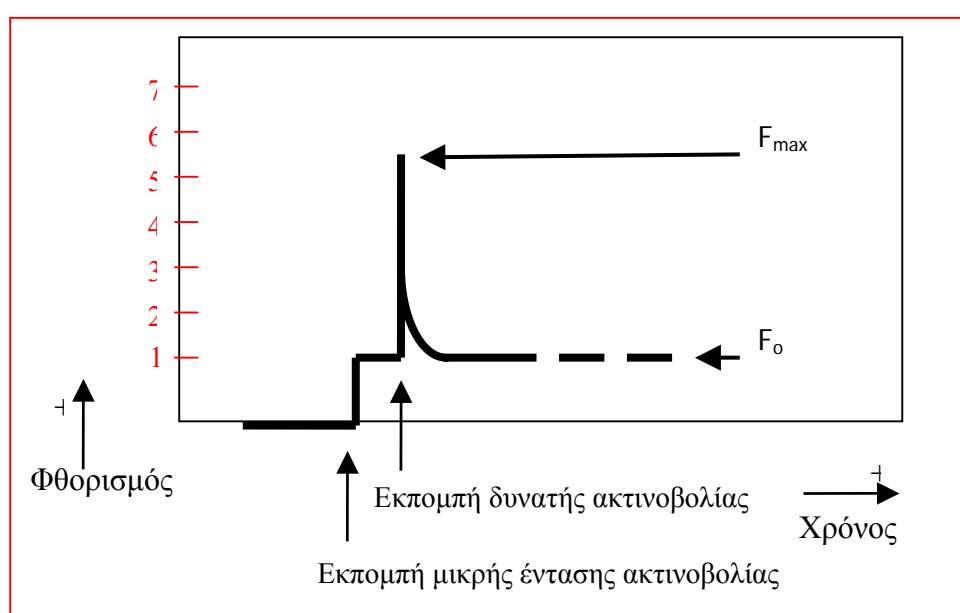
Το φαινόμενο αυτό του φθορισμού είναι εντονότερο όταν η ενέργεια που απελευθερώνεται με τις δύο άλλες μορφές (θερμότητα, χημική ενέργεια) είναι μειωμένη. Αντιλαμβανόμαστε λοιπόν ότι τυχόν μεταβολές στην ένταση του φθορισμού εκφράζουν μεταβολές τόσο στην χημική ενέργεια (που πρόκειται να καταναλωθεί στην φωτοσύνθεση) όσο και στην θερμική ενέργεια (δηλ. θερμότητα, που ελευθερώνεται). Με βάση τα παραπάνω συμπεραίνουμε ότι αύξηση της έντασης του φαινομένου του φθορισμού εκφράζει μειωμένη φωτοσυνθετική δραστηριότητα από τα φύλλα των φυτών, και μειωμένη έκλυση θερμότητας προς τον περιβάλλοντα χώρο.



**Σχήμα 2.** Οι τρεις μορφές απελευθέρωσης της ενέργειας των διεγερμένων e<sup>-</sup> (FlowerTECH 2003, vol.6/no.4).

Έτσι λοιπόν όταν διατηρήσουμε φύλλα στο σκοτάδι, η ένταση του φθορισμού της χλωροφύλλης είναι ιδιαίτερα μειωμένη (F<sub>0</sub>), ενώ αν τότε εκπέμπουμε δυνατή

ακτινοβολία σε αυτά ο φθορισμός της χλωροφύλλης φθάνει σε μια μέγιστη τιμή ( $F_{max}$ ). Το γεγονός αυτό συμβαίνει είτε γιατί η ακτινοβολία που εκπέμψαμε ήταν πολύ έντονη είτε γιατί το φύλλο μας δεν ήταν σε θέση να την αξιοποιήσει στην φωτοσυνθετική του δραστηριότητα για το λόγο που προαναφέρθηκε. Με βάση τις τιμές που έχουμε ήδη λάβει μπορούμε να προσδιορίσουμε την διαφορά τους και η οποία συμβολίζεται ως  $F_v = F_m - F_0$ . Ένας από τους πιο σημαντικούς παράγοντες στο φθορισμό είναι το πηλίκο  $F_v / F_m = (F_m - F_0) / F_m$  το οποίο εκφράζει το ποσοστό του μέγιστου δυνατού φθορισμού που χρησιμοποιείται στη φωτοσύνθεση και το οποίο είναι περίπου 80% (Yvan Fracheboud).



**Σχήμα 3.** Μεταβολή της έντασης του φθορισμού της χλωροφύλλης μετά την εκπομπή δυνατής ακτινοβολίας (Yvan Fracheboud).

Από μετρήσεις που έχουν γίνει σε εύρωστα φύλλα βρέθηκε ότι η τιμή του πηλίκου  $F_v / F_m$  είναι πάντα πολύ κοντά στο  $0.832 \pm 0.004$ , εξαρτώμενο από το είδος του φυτού. Χαμηλότερη τιμή από αυτήν σημαίνει ότι ένα μέρος του κέντρου αντίδρασης του φωτοσυστήματος II είναι κατεστραμμένο. Πρόκειται για ένα φαινόμενο που αναστέλλει την όλη διαδικασία της φωτοσύνθεσης και παρατηρείται κυρίως σε φυτικούς ιστούς που διανύουν περίοδο καταπονήσεως (περίοδος 'stress'). Έτσι, καταλήγοντας μπορούμε να πούμε ότι ο λόγος  $F_v / F_{max}$  είναι αντιστρόφως ανάλογος της κατάστασης που βρίσκονται τα φύλλα των φυτών ( ή γενικότερα της κατάστασης που βρίσκονται τα φυτά ).

# ΚΕΦΑΛΑΙΟ I V

## ΑΝΑΠΤΥΞΗ ΑΝΘΟΥΡΙΟΥ ΣΕ ΔΙΑΦΟΡΑ ΥΠΟΣΤΡΩΜΑΤΑ

### 4.1. Εισαγωγή

Η καλλιέργεια ανθοκομικών και κηπευτικών φυτών στα θερμοκήπια κερδίζει συνεχώς έδαφος στην Ελλάδα καθώς και στις υπόλοιπες χώρες της Ευρώπης, ιδίως στις βόρειες χώρες. Για την υδροπονική καλλιέργεια ανθέων χρησιμοποιούνται διάφορα αδρανή και οργανικά υποκατάστατα του εδάφους ή μείγματα των δύο κ.α. Η τεχνική αυτή παρουσιάζει ενδιαφέρον και γι' αυτό αρκετοί ερευνητές ασχολούνται με την αξιολόγηση υποστρωμάτων.

Γενικά, η μέση θερμοκρασία 15 – 30 °C είναι κατάλληλη για το ανθούριο θα πρέπει όμως να αποφεύγεται η τοποθέτηση του σε σημεία που υπάρχουν μεγάλες μεταβολές θερμοκρασίας ή ρεύματα κρύου αέρα. Οι υψηλές θερμοκρασίες μπορούν να «κάψουν» το φύλλωμα, να ξεθωριάσουν το χρώμα των λουλουδιών και να περιορίσουν την διάρκεια τους. Αντίθετα, οι χαμηλές θερμοκρασίες θα καθυστερήσουν την ανάπτυξη του φυτού και τα χαμηλά φύλλα θα κιτρινίσουν. Σε περίπτωση παγωνιάς το ανθούριο καταστρέφεται αρκετά γρήγορα γιατί δεν αντέχει ούτε λίγες ημέρες σε χαμηλές θερμοκρασίες. Επίσης επειδή χρειάζεται αρκετή υγρασία πρέπει να ψεκάζεται συχνά με νερό. Μειωμένη σχετική υγρασία δημιουργεί καστανές κηλίδες (νεκρώσεις) γύρο από τα φύλλα. Το χώμα πρέπει να είναι ελαφρύ και πλούσιο σε τύρφη, να περιέχει περλίτη και οπωσδήποτε να έχει καλή αποστράγγιση (Boertje G.A. 1978).

Αν και το Ανθούριο αντέχει αρκετά στην ξηρασία δεν πρέπει να αφήνεται να διψάσει πολύ γιατί θα καθυστερήσει σημαντικά η ανάπτυξη του. Αντίθετα αν ποτίζεται πιο συχνά απ' ότι πρέπει θα κιτρινίσουν τα φύλλα του και θα σαπίσουν οι ρίζες του (Herr J.W., Shaw J.E. 1989). Όσο λιγότερο το φως που δέχονται τόσο πιο αργή θα είναι η ανάπτυξη τους και τόσο πιο φτωχή η ανθοφορία τους (Dufour L., Guerin V. 2003).

Στην παρούσα πτυχιακή εργασία, μελετάται η ανάπτυξη του ανθούριου (*Anthurium andreanum*) σε έξι υποστρώματα ως γλαστρικό φυτό σε θερμοκήπιο σε ελεγχόμενες συνθήκες και υδροπονικό σύστημα υδρολίπανσης.

Η εργασία πραγματοποιήθηκε με στόχο να διαπιστωθεί πιο από τα έξι υποστρώματα τα οποία χρησιμοποιήθηκαν δίδει καλύτερα αποτελέσματα όσον αφορά τα ποιοτικά και ποσοτικά χαρακτηριστικά του ανθούριου κατά την διάρκεια της καλλιέργειας και ποιο υπόστρωμα παρουσιάζει μεγαλύτερη σταθερότητα των φυσικοχημικών του ιδιοτήτων στο χρόνο.

## 4.2. Υλικά και μέθοδοι

### 4.2.1. Επεμβάσεις ( υποστρώματα καλλιέργειας ) – σύνθεση υποστρωμάτων

Για την εκτέλεση του πειράματος δημιουργήθηκαν έξι υποστρώματα τα οποία εμφανίζονται στον παρακάτω πίνακα 5. Οι ιδιότητες των υλικών που χρησιμοποιήθηκαν για την σύνθεση των υποστρωμάτων αναφέρονται στη συνέχεια.

**Πίνακας 5.** Σύνθεση και αναλογία των υποστρωμάτων που χρησιμοποιήθηκαν και αξιολογήθηκαν κατά την εκτέλεση του πειράματος.

ΥΠΟΣΤΡΩΜΑ	ΣΥΝΘΕΣΗ	ΑΝΑΛΟΓΙΑ
1	(Κρόνος): Ξανθιά τύρφη / Μαύρη τύρφη	1 / 1
2	Ξανθιά τύρφη / Μαύρη τύρφη / Περλίτης	2 / 1 / 1
3	Ξανθιά τύρφη / Μαύρη τύρφη / Λάσπη Βιολογικών λύμα Χανίων / Περλίτης	1 / 1 / 1 / 1
4	Coco Soil / Μαύρη τύρφη / Περλίτης	2 / 1 / 1
5	Ξανθιά τύρφη / Περλίτης	3 / 1
6	Cronos / Coco-Soil / Περλίτης	2 / 1 / 1

**Ο περλίτης** είναι ορυκτό ηφαιστειογενούς προέλευσης που δημιουργήθηκε από την ταχύτατη ψύξη και στερεοποίηση της όξινη λάβας των ηφαιστειών. Το υαλώδες πέτρωμα έχει σύσταση όμοια με αυτή του μαργαρίτη (pearl). Από πλευράς χημικής σύστασης χαρακτηρίζεται ως πυριτικό αλουμίνιο. Περιέχει 2-6 % κρυσταλλικό νερό και έχει την ιδιότητα μόλις θερμανθεί απότομα να μαλακώνει η υαλώδης μάζα του αυξάνοντας τον όγκο του κατά 10-20 φορές. Οι χημικές ιδιότητες του διογκωμένου περλίτη είναι σχεδόν ανύπαρκτες. Η ικανότητα ανταλλαγής κατιόντων (C.E.C.) είναι 1,5 meq/gr. Το PH του περλίτη είναι 7,5 και η ηλεκτρική του αγωγιμότητα (E.C.) περίπου 0,03 mS/cm. Όσων αφορά τις φυσικές ιδιότητες έχει, υψηλό ολικό πορώδες το οποίο δεν αλλάζει σε σχέση με το μέγεθος των κόκκων. Η δυνατότητα συγκράτησης νερού αυξάνει όσο το μέγεθος των κόκκων μικραίνει. Στην υδροπονία χρησιμοποιείται ο υδροπονικός περλίτης που αποτελείται από ομοιόμορφους κόκκους 2-3 χιλ. και πωλείται συσκευασμένος σε λευκούς πλαστικούς σάκους υποστρώματος έτοιμους για χρησιμοποίηση ειδικούς για κάθε καλλιέργεια . Το μειονέκτημα του είναι ότι θρυμματίζεται εύκολα επειδή είναι διογκωμένο υλικό.

**Το cocosoil** είναι οργανικό υλικό που παράγεται από την επεξεργασία των ινών του φλοιού καρύδας και κοκκοφοίνικα. Το ποσοστό λιγνίνης του συγκεκριμένου υποστρώματος 45 % έχει άμεσο αποτέλεσμα να διατηρεί τις φυσικές του ιδιότητες ( την πολύ καλή αναλογία νερού / αέρα ) για μεγάλο χρονικό διάστημα. Η περιεκτικότητα του αέρα είναι 30 %. Το cocosoil για να είναι καλής ποιότητας πρέπει να έχει πλυθεί με καθαρό νερό μικρής περιεκτικότητας σε άλατα. Η E.C. είναι γύρο στο 0,5 mS και το PH του γύρο στο 5,5. Είναι πολύ καλό υπόστρωμα εκτός εδάφους καλλιεργειών, σπορείων, ριζοβολίας κ.λ.π.

**Η τύρφη** είναι το πιο διαδεδομένο οργανικό υλικό χρησιμοποιείται σαν αυτούσιο υπόστρωμα αλλά και σαν μείγμα με άλλα υποστρώματα σε διάφορες αναλογίες. Η τύρφη σχηματίζεται με την μερική αποδόμηση φυτών που αναπτύσσονται σε περιοχές με υψηλές βροχοπτώσεις, υψηλή ατμοσφαιρική υγρασία και χαμηλή καλοκαιρινή θερμοκρασία. Υπάρχουν πολλά είδη τύρφης (ξανθιά, σκούρα και μαύρη τύρφη), που διαφέρουν μεταξύ τους ανάλογα με το είδος του φυτού, τις κλιματολογικές συνθήκες της περιοχής παραγωγής τους, τον βαθμό αποδόμησης κ.α. Η πλέον χρησιμοποιούμενη είναι η ξανθιά τύρφη με όξινο PH 3,5-4 μικρό βαθμό αποδόμησης και ικανότητα ανταλλαγής κατιόντων 110-130 meq/gr.

**Λάσπη βιολογικών λυμάτων Χανίων.** Οι ποσότητες των υλικών αυτών και τα προβλήματα που δημιουργούν για τον άνθρωπο και το περιβάλλον, οδήγησαν στην

εφαρμογή του composting σαν μέθοδο διάθεσής τους, παρά τις δυσκολίες που παρουσιάζουν στην επεξεργασία τους. Τα υλικά αυτά έχουν χρησιμοποιηθεί επιτυχώς στην γεωργία όπως έχει αναφερθεί από τους Chaney et al. (1980) και Link et al. (1983), χρησιμοποιούνται κυρίως για τη βελτίωση της δομής των εδαφών και δευτερευόντως για την θρέψη των φυτών. Η συμμετοχή τους όμως σαν συστατικό υποστρωμάτων δεν πρέπει να υπερβαίνει το 30 % του όγκου του μείγματος. Ο παράγοντας που καθορίζει το ποσοστό συμμετοχής είναι η περιεκτικότητα σε βαριά μέταλλα η οποία εξαρτάται από τη συμμετοχή βιομηχανικών αποβλήτων σε αυτά καθώς και η ύπαρξη τεμαχιδίων γυαλιού από τα αστικά απορρίμματα.

Κατά την εκτέλεση του πειράματος χρησιμοποιήθηκαν πέντε υλικά και έγινε παρασκευή έξι υποστρωμάτων όπως φαίνεται στον παρακάτω πίνακα 4. Επίσης σε όλα τα υποστρώματα προστέθηκε ψιλό χαλίκι σε ποσοστό περίπου 3 % και στον πάτο της κάθε γλάστρας τοποθετήθηκε γεωφύλακας ώστε να εξασφαλιστούν η καλύτερη αποστράγγιση και υγρασία αντίστοιχα.

#### **4.2.2. Διαμόρφωση χώρου**

Το πείραμα πραγματοποιήθηκε σε ένα θάλαμο του υαλόφρακτου θερμοκηπίου στο Εργαστήριο Ανθοκομίας. Ο θάλαμος διέθετε συστήματα δροσισμού mist control και fog system (Εικόνα 3 και 4 αντίστοιχα), κουρτίνες σκίασης, αερισμό οροφής και συσκευή Η/Υ μέσω του οποίου εξασφαλιζόταν οι σωστές κλιματικές συνθήκες για την καλλιέργεια αλλά και ο έλεγχος άρδευσης-θρέψης.



**Εικόνα 3.** Σύστημα υδρονέφωσης (mist control).



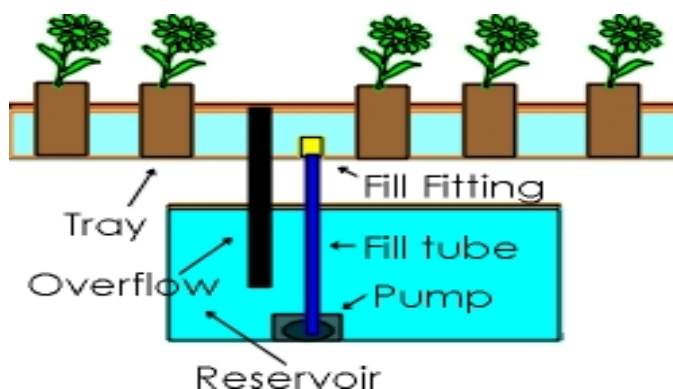
**Εικόνα 4.** Σύστημα τεχνητής ομίχλης (fog system).

### 4.2.3. Άρδευση – λίπανση



**Εικόνα 5.** Υδροπονικός πάγκος Ebb and Flow στον οποίο εκτελέστηκε το πείραμα και (κάτω) βαρέλι 500Lit που περιέχει το θρεπτικό διάλυμα.

Για την άρδευση των φυτών χρησιμοποιήθηκε το σύστημα άρδευσης με κατάκλιση των τραπεζών καλλιέργειας (ebb – flow system) Απαραίτητη προϋπόθεση στο σύστημα αυτό είναι η ύπαρξη υπερυψωμένου πλαισίου περιμετρικά στην επιφάνεια τοποθέτησης των φυτών. Κατά την άρδευση το νερό διοχετεύεται μέσα στο πλαίσιο οπότε το κάτω μέρος των γλαστρών βρίσκεται βυθισμένο και με την βοήθεια του τριχοειδούς φαινομένου τροφοδοτείται όλη η μπάλα χώματος. Η είσοδος του νερού στις γλάστρες γίνεται μέσω των οπών που διαθέτουν. Η άρδευση των φυτών με αυτό το σύστημα βασίζεται στην εφαρμογή διαδοχικών κύκλων κατάκλισης και αποστράγγισης των τραπεζιών καλλιέργειας (Σχήμα 4). Προφανώς ο χρόνος κατάκλισης διαρκεί λιγότερο από το χρόνο αποστράγγισης.



**Σχήμα 4.** Σύστημα ebb – flow.



Τα πλεονεκτήματα αυτού του συστήματος είναι το χαμηλό κόστος και η ομοιομορφία στην τροφοδότηση των γλαστρών με νερό. Μειονεκτεί όμως ως προς τη μεταφορά αλάτων εξαιτίας της τριχοειδής ανύψωσης του νερού με αποτέλεσμα τα άλατα να παραμένουν στο ριζόστρωμα. Γι' αυτό η εφαρμογή αυτού του συστήματος πρέπει να γίνεται μόνο όταν το διαθέσιμο νερό έχει μικρή περιεκτικότητα σε άλατα και NaCl, ενώ στην υδρολίπανση πρέπει να επιλέγονται προσεχτικά οι συγκεντρώσεις των κατάλληλων θρεπτικών στοιχείων. Ένα άλλο επίσης μειονέκτημα είναι ότι για την ομοιόμορφη τροφοδότηση όλων των γλαστρών με νερό, το τραπέζι καλλιέργειας πρέπει να είναι τοποθετημένο τελείως επίπεδα, ενώ κατά την αποστράγγιση θα πρέπει να υπάρχει κλίση για την απομάκρυνση του νερού. Για την αντιμετώπιση αυτών των προβλημάτων πρέπει το τραπέζι καλλιέργειας να έχει περισσότερα από ένα επίπεδα καθώς και κανάλια αποστράγγισης με κλίση.

Στο πείραμα μας η άρδευση και η λίπανση γινόταν ταυτόχρονα με την διανομή του θρεπτικού διαλύματος, μέσω προγράμματος H/Y. Το υδροπονικό σύστημα που λειτούργησε ήταν κλειστού τύπου, δηλαδή έχουμε μια συνεχή κυκλική ροή του διαλύματος (ανακύκλωση). Κατά αυτόν τον τρόπο η ποσότητα νέου διαλύματος που εισάγετε στο σύστημα ισούται με την ποσότητα που καταναλώνεται από τα φυτά.

Το σύστημα θρέψης στην υδροπονική καλλιέργεια ανθούριου αποτελούνταν από:

- Το βαρέλι του νερού άρδευσης – λίπανσης (500 Lit).
- Τον πάγκο υδροπονίας (στον οποίο βρισκόταν τοποθετημένα τα φυτά).
- Την αντλία μεταφοράς του θρεπτικού διαλύματος στην καλλιέργεια.
- Απαραίτητα φίλτρα.
- Ηλεκτρικό σύστημα (ρελέ, ηλεκτροβάνες κλπ.).
- H/Y και προγράμματα για τις διάφορες λειτουργίες.
- Σύστημα συναγερμών (alarm) σε περίπτωση που υπάρξει κάποιο πρόβλημα στους χρόνους άρδευσης – λίπανσης και στους ψεκασμούς με mist control και fog system.
- Σύστημα ανακύκλωσης του θρεπτικού διαλύματος απορροής.

Συγκεκριμένα η άρδευση-λίπανση εφαρμοζόταν 2-3 φορές την ημέρα και η διάρκεια λειτουργίας ήταν 15-20 min ανάλογα τις συνθήκες του περιβάλλοντος. Η συχνότητα εφαρμογής και η ποσότητα θρεπτικού διαλύματος ήταν η ίδια σε κάθε επέμβαση. Στην καλλιέργεια χρησιμοποιήθηκε νερό του δικτύου ύδρευσης του Δήμου Ηρακλείου. Με βάση την χημική σύσταση η οποία παρουσιάζεται στον πίνακα 7 και την διαθέσιμη

βιβλιογραφία φτιάχτηκε το θρεπτικό διάλυμα άρδευσης-λίπανσης του πειράματος. Πρέπει να επισημανθεί ότι η ποιότητα του νερού δεν παρέμεινε σταθερή κατά την διάρκεια του πειράματος, με αποτέλεσμα να δυσχεραίνεται η παρασκευή του θρεπτικού διαλύματος.

**Πίνακας 6.** χημική ανάλυση νερού του Δήμου Ηρακλείου (οι συγκεντρώσεις είναι σε ppm στους 25 °C).

<b>PH</b>	7.5	<b>Na</b>	114.9
<b>E.C.(Ms/cm)</b>	1.2	<b>Cl</b>	269
<b>N-NO<sup>3</sup></b>	18.6	<b>Mn</b>	0.0
<b>P-PO</b>	0	<b>Fe</b>	0.0
<b>K</b>	3.9	<b>Zn</b>	1.1
<b>Mg</b>	36.41	<b>Cu</b>	0.2
<b>B</b>	0.05	<b>SO</b>	38.4
<b>Ca</b>	84.1	<b>HCO<sup>3</sup></b>	262.3

**Πίνακας 7.** Στοιχεία θρέψης υδροπονικής καλλιέργειας ανθούριου.

Λίπασμα	Χημικός τύπος	Θρεπτικά Στοιχεία (%)	Μοριακό βάρος	Διαλυτότητα ( Kg/g, 0°C)	Αναλογία σε gr στα 1000 Lit	Αναλογία σε gr στα 333,33 Lit
Νιτρικό αμμώνιο	NH <sub>4</sub> NO <sub>3</sub>	N : 35	80	1,18	200	60
Νιτρικό ασβέστιο	5[Ca(NO <sub>3</sub> ) <sub>2</sub> ·2H <sub>2</sub> O] NH <sub>4</sub> NO <sub>3</sub>	N : 15,5 , Ca : 19	1080,5	1,02	200	60
Νιτρικό κάλιο	KNO <sub>3</sub>	N : 13 , K : 38	101,1	0,13	300	90
Νιτρικό μαγνήσιο	Mg(NO <sub>3</sub> ) <sub>2</sub> ·6H <sub>2</sub> O	N : 11 , Mg : 9	256,3	2,79 ( 20°C)	100	30
Φωσφορικό οξύ	H <sub>3</sub> PO <sub>4</sub>	P : 32	98	-	100	30
Χιλικός σίδηρος	Διαφόρων τύπων	Fe : 6 – 13	-	-	20	6
Βόρακας	Na <sub>2</sub> B <sub>4</sub> O <sub>7</sub> ·10H <sub>2</sub> O	B : 11	381,2	0,016	5	1.5
Διάλυμα ιχνοστοιχείων	-	-	-	-	10	3

\* Στα 333,33 gr πρέπει το PH του διαλύματος να είναι μεταξύ 5 – 5.5 max. Σε περίπτωση που το PH είναι υψηλότερο προσθέτουμε 10 – 20 ml φωσφορικό οξύ. Ενώ η E.C. πρέπει να είναι μεταξύ 1.500 – 1.800 μS, σε περίπτωση που είναι υψηλότερη τότε αραιώνουμε με νερό.

#### **4.2.4. Φυτοπροστασία**

Κατά την διάρκεια της καλλιέργειας σημειώθηκε προσβολή από ορισμένους εχθρούς και ασθένειες όπως τετράνυχος και βερτισιλλίωση-τριχόδερμα που αντιμετωπίστηκαν κατάλληλα με ψεκασμούς και ριζοποτίσματα που έγιναν καθ'όλη τη διάρκεια του πειράματος.

#### **4.2.5. Πειραματικό σχέδιο – Στατιστική επεξεργασία**

Το πειραματικό σχέδιο που ακολουθήθηκε στο συγκεκριμένο πείραμα ήταν αυτό των πλήρως τυχαιοποιημένων ομάδων και περιελάμβανε τα έξι διαφορετικά υποστρώματα σε τέσσερις επαναλήψεις όπως φαίνεται στο γενικό πλάνο που ακολουθεί:

<b>ΕΠΕΜΒΑΣΗ-ΥΠΟΣΤΡΩΜΑ</b>	<b>ΕΠΑΝΑΛΗΨΗ</b>	<b>ΦΥΤΟ-ΓΛΑΣΤΡΑ</b>	
<b>1</b>	I	A	
		B	
		Γ	
	II	A	
		B	
		Γ	
	III	A	
		B	
	IV	A	
		B	
	<b>2</b>	I	A
			B
Γ			
II		A	
		B	
		Γ	
III		A	
		B	
IV		A	
		B	
<b>3</b>		I	A
			B
	Γ		
	II	A	
		B	
		Γ	
	III	A	
		B	
	IV	A	
		B	
	<b>4</b>	I	A
			B
Γ			
II		A	
		B	
		Γ	
III		A	
		B	
IV		A	
		B	

5	I	A	
		B	
		Γ	
	II	A	
		B	
		Γ	
	III	A	
		B	
	IV	A	
		B	
	6	I	A
			B
Γ			
II		A	
		B	
		Γ	
III		A	
		B	
IV		A	
		B	

Για την στατιστική ανάλυση των αποτελεσμάτων του πειράματος έγινε ανάλυση παραλλακτικότητας των δεδομένων (ANOVA) και σύγκριση των διαφορών των μέσων όρων με το κριτήριο *Duncan*.

#### **4.2.6. Μετρήσεις και προσδιορισμοί**

Για την μελέτη της επίδρασης των υποστρωμάτων στα φυτά ανθούριου, μελετήθηκαν παράμετροι όπως το επίπεδο φθορισμού της χλωροφύλλης στα φύλλα, η ένταση του χρώματος των φύλλων, ο αριθμός φύλλων σε κάθε φυτό και το ύψος των φυτών. Επίσης μετρήθηκαν το pH και η αγωγιμότητα των υποστρωμάτων.

**Μέτρηση του επιπέδου της χλωροφύλλης (φθορισμός).** Για τις μετρήσεις του φθορισμού της χλωροφύλλης στα φύλλα έγινε χρήση φθορίμετρου κατά τους μήνες Σεπτέμβριο, Οκτώβριο και Δεκέμβριο. Χρησιμοποιώντας ειδικά ‘μανταλάκια’ καλύφθηκε η πάνω επιφάνεια των φύλλων για τουλάχιστον 5 λεπτά. Έπειτα χρησιμοποιώντας το φθορίμετρο μετρήθηκε το  $F_0$  και το  $F_{max}$  στο πιο αντιπροσωπευτικό φύλλο κάθε φυτού. Στην συνέχεια υπολογίστηκε ο λόγος  $F_V / F_m$  για το ίδιο φύλλο ενώ υπολογίστηκε και ο μέσος όρος των λόγων  $F_V / F_m$  για κάθε επέμβαση. Όσο ο λόγος αυτός πλησιάζει την μονάδα (1) τόσο καλύτερη φωτοσύνθεση έχουμε στο φυτό, ενώ αν πλησιάζει το μηδέν (0) τότε η φωτοσύνθεση ελαττώνεται.

**Μέτρηση του χρώματος των φύλλων.** Το χρώμα των φύλλων μετρήθηκε με ηλεκτρονικό χρωματόμετρο Minolta GR-300 (Εικόνα 2). Οι μετρήσεις γινότανε κάθε μήνα από την αρχή μέχρι το τέλος του πειράματος. Κατά τους μήνες Αύγουστο,

Σεπτέμβριο και Νοέμβριο δεν έγινε μέτρηση του χρώματος αλλά πραγματοποιήθηκαν άλλες μετρήσεις όπως αναφέρεται παρακάτω. Πριν από κάθε σειρά μετρήσεων το χρωματόμετρο ρυθμιζόταν με την βοήθεια πρότυπου λευκού χρώματος. Οι μετρήσεις γινότανε στο ίδιο φύλλο που γινόταν και οι μετρήσεις φθορισμού. Το χρώμα εκφράστηκε στις τιμές των παραμέτρων  $L^*$ ,  $a^*$  και  $b^*$  του συστήματος χρωματικών αξόνων  $L^*a^*b^*$  (CIELAB) όπου το  $L^*$  δείχνει την φωτεινότητα (+: φωτεινό, -: σκοτεινό), το  $a^*$  δείχνει το χρώμα από πράσινο (-) μέχρι κόκκινο (+) και το  $b^*$  το χρώμα από μπλε (-) μέχρι κίτρινο (+) (Παπαδημητρίου Μ.Δ.,1995).



**Εικόνα 2.** Ηλεκτρονικό χρωματόμετρο Minolta-GR 300, με τη χρήση του οποίου έγιναν οι μετρήσεις του χρώματος στα φύλλα των φυτών.

**Μέτρηση αριθμού των φύλλων.** Η μέτρηση του αριθμού των φύλλων γινότανε κάθε μήνα σε όλη την διάρκεια του πειράματος με εξαίρεση τους μήνες Σεπτέμβριο και Οκτώβριο κατά τους οποίους πραγματοποιήθηκαν άλλες μετρήσεις όπως αναφέρεται παραπάνω. Αρχικά γινότανε διαχωρισμός μεταξύ των υγιών και ασθενικών (ή ξηραμένων) φύλλων και μετά τα μετρούσαμε ένα προς ένα. Με την διαδικασία αυτή προσδιοριζότανε η ανάπτυξη των φυτών στο κάθε υπόστρωμα.

**Μέτρηση του ύψους των φυτών.** Μόνο τους τρεις πρώτους μήνες του πειράματος μετρήθηκε το ύψος των φυτών. Στις μετρήσεις αυτές χρησιμοποιήθηκε κανονικό μέτρο ώστε να διαπιστωθεί πιο υπόστρωμα δίνει καλύτερα αποτελέσματα σχετικά με το ύψος των φυτών.

**Μέτρηση pH και αγωγιμότητας.** Οι φυσικοχημικές αυτές ιδιότητες μετρήθηκαν στα μέσα του πειράματος και στο τέλος. Για τον προσδιορισμό αυτών των χαρακτηριστικών χρησιμοποιήθηκε ο εξοπλισμός του εργαστηρίου υποστρωμάτων

(πεχάμετρο, αγωγιμόμετρο κλπ.). Οι μετρήσεις αυτές πραγματοποιήθηκαν για να προσδιοριστεί η μεταβολή των φυσικοχημικών χαρακτηριστικών σε κάθε υπόστρωμα.

### 4.3. Αποτελέσματα

Στη ενότητα αυτή παραθέτονται τα αποτελέσματα από τις μετρήσεις και τους προσδιορισμούς που έγιναν κατά την διάρκεια του πειράματος. Τα αποτελέσματα παρουσιάζονται ομαδοποιημένα σε πίνακες και γραφήματα ανάλογα την περίπτωση, με σκοπό την ευκολία στην διεξαγωγή των συμπερασμάτων.

**Πίνακας 8.** Επίδραση των υποστρωμάτων στις τιμές των παραμέτρων L\*, a\* και b\* του χρώματος όπως μετρήθηκε στα φύλλα του ανθούριου κατά το μήνα Απρίλιο 2006. (L\* δείχνει την φωτεινότητα (+: φωτεινό, -: σκοτεινό), a\* δείχνει το χρώμα από πράσινο (-) μέχρι κόκκινο (+), b\* δείχνει το χρώμα από μπλε (-) μέχρι κίτρινο (+))

Υπόστρωμα	1η Μέτρηση 11/4/2006		
	Παράγοντας L	Παράγοντας a	Παράγοντας b
Cronos	38,56 ± 1,93	-11,13 ± 1,54	16,545 ± 2,01
Ξανθιά-μαύρη τύρφη-περλίτης	38,89 ± 1,65	-11,35 ± 1,42	16,18 ± 2,15
Ξανθιά-μαύρη τύρφη-περλίτης- Λάσπη β.κ..Χανίων	38,54 ± 2,22	-11,76 ± 1,18	16,29 ± 2,34
CocoSoil-μαύρη τύρφη-περλίτης	39,06 ± 1,69	-11,66 ± 1,16	16,82 ± 1,43
Ξανθιά τύρφη- περλίτης	37,93 ± 2,26	-10,16 ± 1,65	14,93 ± 2,45
Cronos-Coco Soil-περλίτης	37,19 ± 1,06	-11,15 ± 0,74	15,03 ± 1,18

**Πίνακας 9.** Επίδραση των υποστρωμάτων στις τιμές των παραμέτρων L\*, a\* και b\* του χρώματος όπως μετρήθηκε στα φύλλα του ανθούριου κατά το μήνα Μάιο 2006.

Υπόστρωμα	2η Μέτρηση 16/5/2006		
	Παράγοντας L	Παράγοντας a	Παράγοντας b
Cronos	38,77 ± 6,25	-9,00 ± 2,76	13,6 ± 3,19
Ξανθιά-μαύρη τύρφη-περλίτης	38,58 ± 2,11	-11,72 ± 1,35	16,37 ± 1,82
Ξανθιά-μαύρη τύρφη-περλίτης-Λάσπη β.κ..Χανίων	38,65 ± 2,85	-11,14 ± 1,64	15,85 ± 2,89
CocoSoil-μαύρη τύρφη-περλίτης	39,11 ± 2,05	-11,82 ± 1,59	16,99 ± 2,61
Ξανθιά τύρφη-περλίτης	37,75 ± 1,52	-10,84 ± 0,86	15,04 ± 1,47
Cronos-Coco Soil-περλίτης	37,69 ± 1,73	-10,08 ± 1,63	13,85 ± 2,52

**Πίνακας 10.** Επίδραση των υποστρωμάτων στις τιμές των παραμέτρων L\*, a\* και b\* του χρώματος όπως μετρήθηκε στα φύλλα του ανθούριου κατά το μήνα Ιούνιο 2006.

Υπόστρωμα	3η Μέτρηση 22/6/2006		
	Παράγοντας L	Παράγοντας a	Παράγοντας b
Cronos	40,60 ± 1,49	-14,25 ± 1,35	20,97 ± 3,27
Ξανθιά-μαύρη τύρφη-περλίτης	41,39 ± 3,11	-13,72 ± 2,09	19,93 ± 3,14
Ξανθιά-μαύρη τύρφη-περλίτης-Λάσπη β.κ..Χανίων	44,91 ± 3,09	-14,64 ± 0,75	24,73 ± 3,15
CocoSoil-μαύρη τύρφη-περλίτης	44,13 ± 3,44	-14,76 ± 1,77	18,26 ± 4,84
Ξανθιά τύρφη-περλίτης	42,67 ± 1,28	-14,41 ± 1,19	21,02 ± 2,14
Cronos-Coco Soil-περλίτης	42,52 ± 2,20	-14,19 ± 1,23	20,11 ± 2,74



**Πίνακας 11.** Επίδραση των υποστρωμάτων στις τιμές των παραμέτρων L\*, a\* και b\* του χρώματος όπως μετρήθηκε στα φύλλα του ανθούριου κατά το μήνα Ιούλιο 2006.

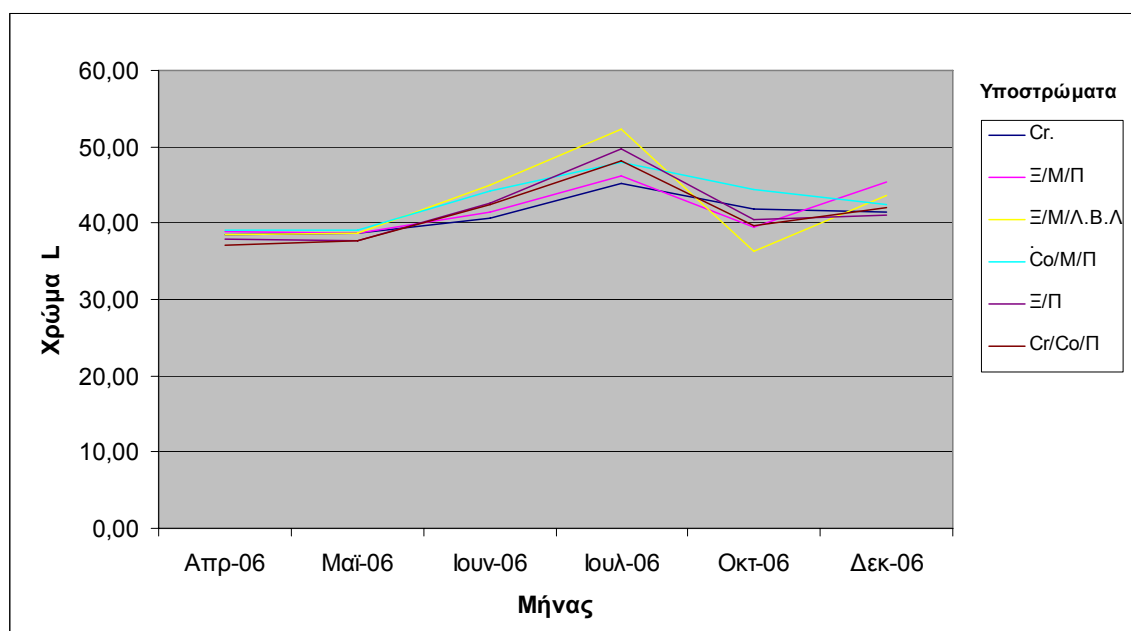
<b>4η Μέτρηση 24/7/2006</b>			
<b>Υπόστρωμα</b>	<b>Παράγοντας L</b>	<b>Παράγοντας a</b>	<b>Παράγοντας b</b>
Cronos	45,12 ± 1,87	-16,08 ± 0,70	24,11 ± 2,40
Ξανθιά-μαύρη τύρφη-περλίτης	46,09 ± 2,99	-17,44 ± 0,76	26,52 ± 1,81
Ξανθιά-μαύρη τύρφη-περλίτης-Λάσπη β.κ..Χανίων	52,27 ± 0,98	-16,88 ± 0,48	30,79 ± 1,12
CocoSoil-μαύρη τύρφη-περλίτης	47,97 ± 2,13	-16,84 ± 1,26	26,70 ± 3,73
Ξανθιά τύρφη-περλίτης	49,68 ± 5,13	-16,56 ± 1,23	26,04 ± 3,16
Cronos-Coco Soil-περλίτης	48,16 ± 3,49	-15,97 ± 0,83	25,04 ± 2,31

**Πίνακας 12.** Επίδραση των υποστρωμάτων στις τιμές των παραμέτρων L\*, a\* και b\* του χρώματος όπως μετρήθηκε στα φύλλα το ανθούριου κατά το μήνα Οκτώβριο 2006.

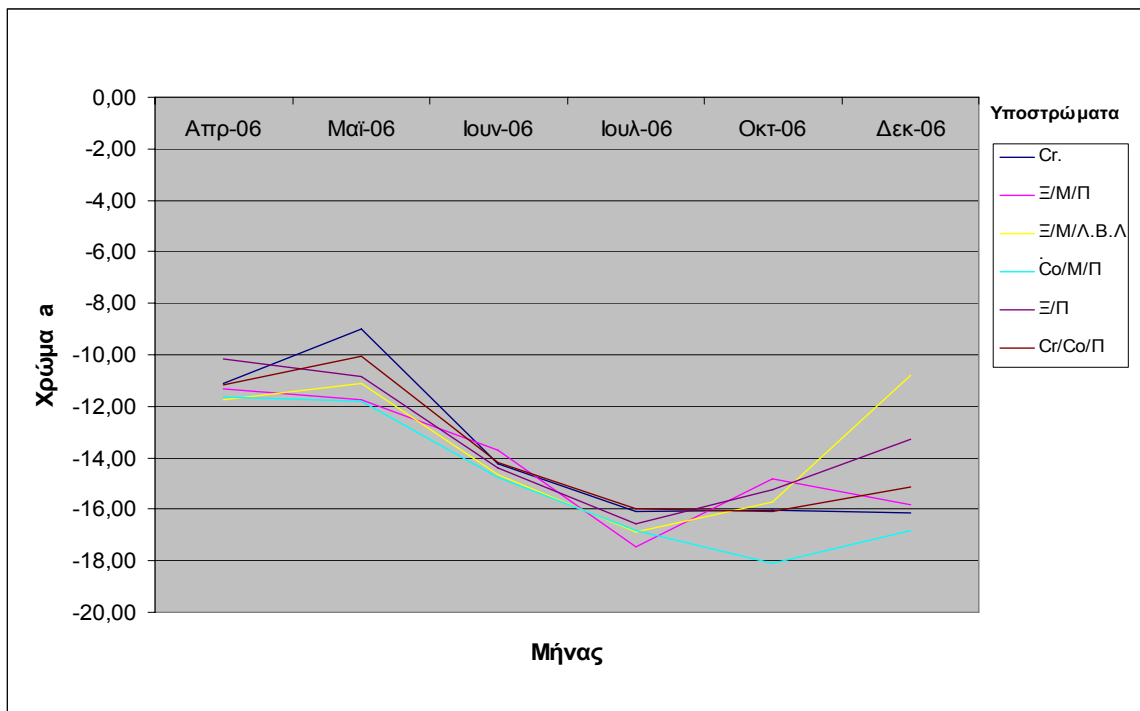
<b>5η Μέτρηση 27/10/2006</b>			
<b>Υπόστρωμα</b>	<b>Παράγοντας L</b>	<b>Παράγοντας a</b>	<b>Παράγοντας b</b>
Cronos	41,80	-16,06	22,00
Ξανθιά-μαύρη τύρφη-περλίτης	39,50	-14,79	18,74
Ξανθιά-μαύρη τύρφη-περλίτης-Λάσπη β.κ..Χανίων	36,31	-15,70	21,32
CocoSoil-μαύρη τύρφη-περλίτης	44,35	-18,10	27,02
Ξανθιά τύρφη-περλίτης	40,42	-15,21	20,18
Cronos-Coco Soil-περλίτης	39,77	-16,10	21,25

**Πίνακας 13.** Επίδραση των υποστρωμάτων στις τιμές των παραμέτρων L\*, a\* και b\* του χρώματος όπως μετρήθηκε στα φύλλα του ανθούριου κατά το μήνα Δεκέμβριο 2006.

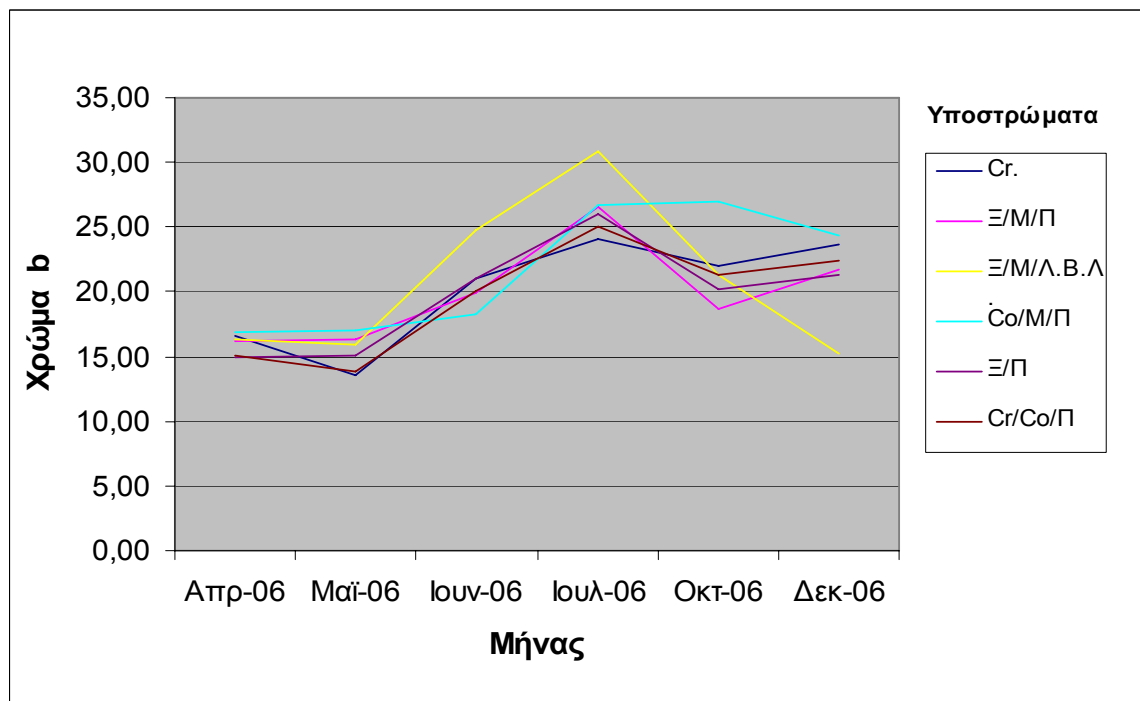
6η Μέτρηση 21/12/2006			
Υπόστρωμα	Παράγοντας L	Παράγοντας a	Παράγοντας b
Cronos	41,52	-16,15	23,66
Ξανθιά-μαύρη τύρφη-περλίτης	45,49	-15,81	21,69
Ξανθιά-μαύρη τύρφη-περλίτης-Λάσπη β.κ..Χανίων	43,67	-10,77	15,22
CocoSoil-μαύρη τύρφη-περλίτης	42,53	-16,83	24,40
Ξανθιά τύρφη-περλίτης	41,03	-13,28	21,25
Cronos-Coco Soil-περλίτης	42,13	-15,14	22,39



**Σχήμα 5.** Επίδραση των υποστρωμάτων στη μεταβολή του χρώματος των φύλλων ανθούριου σύμφωνα με την παράμετρο L\* του χρώματος κατά την περίοδο Απριλίου – Δεκεμβρίου 2006.



**Σχήμα 6.** Επίδραση των υποστρωμάτων στη μεταβολή του χρώματος των φύλλων ανθούριου σύμφωνα με την παράμετρο  $a^*$  του χρώματος κατά την περίοδο Απριλίου – Δεκεμβρίου 2006.

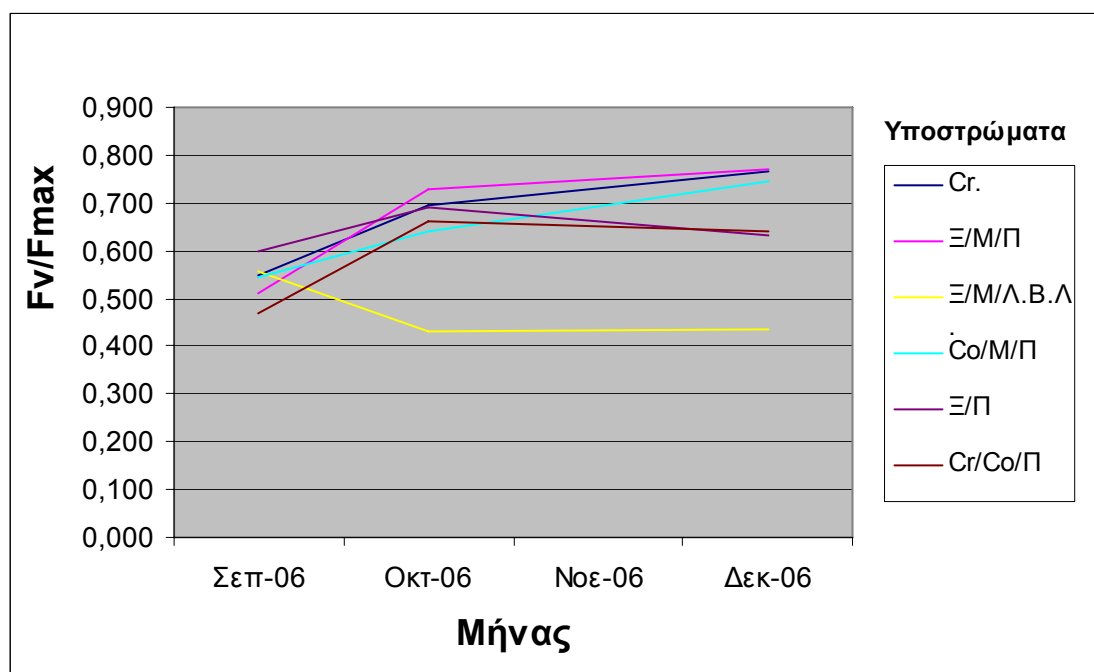


**Σχήμα 7.** Επίδραση των υποστρωμάτων στη μεταβολή του χρώματος των φύλλων ανθούριου σύμφωνα με την παράμετρο  $b^*$  του χρώματος κατά την περίοδο Απριλίου – Δεκεμβρίου 2006.

**Πίνακας 14.** Επίδραση των υποστρωμάτων στο πηλίκο  $F_V / F_m$  του φθορισμού της χλωροφύλλης στα φύλλα του ανθούριου, όπως μετρήθηκε κατά την περίοδο Σεπτεμβρίου – Δεκεμβρίου 2006.

ΦΘΟΡΙΣΜΟΣ ΧΛΩΡΟΦΥΛΛΗΣ $F_V / F_m$			
Υποστρώματα	1/9/2006	27/10/2006	21/12/2006
Cronos	0,548α	0,695α	0,765α
Ξανθιά-μαύρη τύρφη-περλίτης	0,510α	0,730α	0,771α
Ξανθιά-μαύρη τύρφη-περλίτης-Λάσπη β.κ..Χανίων	0,558α	0,431β	0,436β
CocoSoil-μαύρη τύρφη-περλίτης	0,544α	0,641αβ	0,747α
Ξανθιά τύρφη-περλίτης	0,598α	0,689α	0,631α
Cronos-Coco Soil-περλίτης	0,467α	0,663α	0,642α

Μέσοι όροι με όμοια γράμματα δεν διαφέρουν σημαντικά κατά Duncan στο επίπεδο 0.05



**Σχήμα 8.** Επίδραση των υποστρωμάτων στο πηλίκο  $F_V / F_m$  του φθορισμού της χλωροφύλλης στα φύλλα του ανθούριου, όπως μετρήθηκε κατά την περίοδο Σεπτεμβρίου – Δεκεμβρίου 2006.

**Πίνακας 15.** Επίδραση των υποστρωμάτων στον συνολικό αριθμό φύλλων (με ή χωρίς ξηράνσεις) των φυτών του ανθούριου όπως μετρήθηκε κατά την περίοδο Απριλίου – Νοεμβρίου 2006.

Υποστρώματα	ΣΥΝΟΛΙΚΟΣ ΑΡΙΘΜΟΣ ΦΥΛΛΩΝ					
	11/4/2006	16/5/2006	22/6/2006	24/7/2006	25/8/2006	29/11/2006
Cronos	17	17	26	33	33	33γ
Ξανθιά-μαύρη τύρφη-περλίτης	21	23	31	39	39	39αβ
Ξανθιά-μαύρη τύρφη-περλίτης-Λάσπη β.κ..Χανίων	19	19	19	26	26	26δ
CocoSoil-μαύρη τύρφη-περλίτης	20	20	29	38	38	42α
Ξανθιά τύρφη-περλίτης	19	19	26	36	36	36βγ
Cronos-Coco Soil-περλίτης	19	19	26	35	35	35γ

Μέσοι όροι με όμοια γράμματα δεν διαφέρουν σημαντικά κατά Dunkan στο επίπεδο 0.05

**Πίνακας 16.** Επίδραση των υποστρωμάτων στον αριθμό φύλλων με ξηράνσεις των φυτών του ανθούριου όπως μετρήθηκε κατά την περίοδο Ιουλίου – Νοεμβρίου 2006.

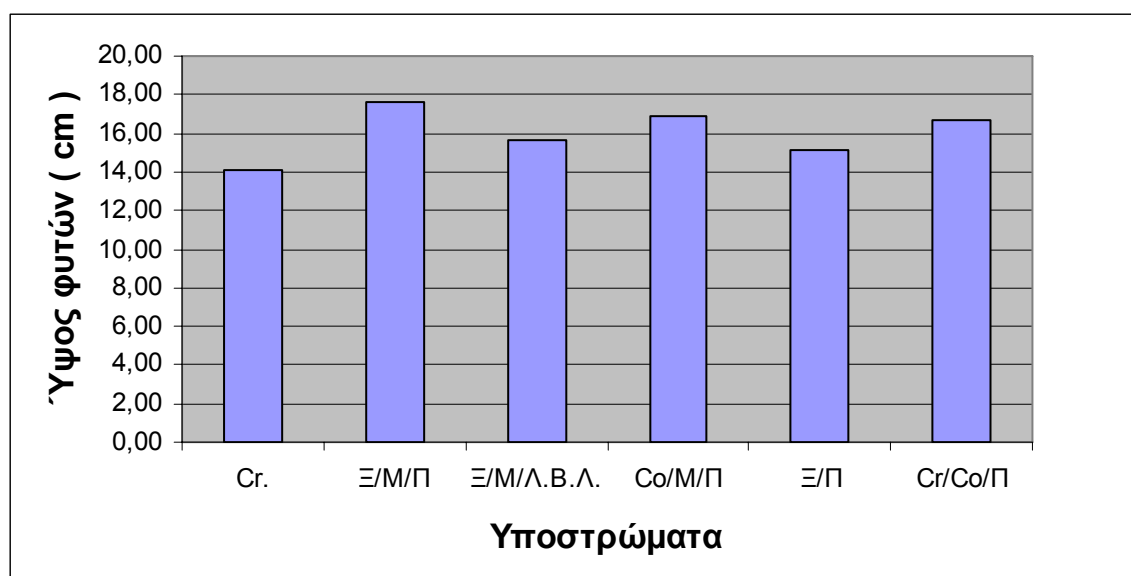
Υποστρώματα	ΑΡΙΘΜΟΣ ΦΥΛΛΩΝ ΜΕ ΞΗΡΑΝΣΕΙΣ			
	20/7/2006	25/8/2006	29/11/2006	ΣΥΝΟΛΟ
Cronos	6	11	11	18δ
Ξανθιά-μαύρη τύρφη-περλίτης	8	8	12	28γ
Ξανθιά-μαύρη τύρφη-περλίτης-Λάσπηβ.κ..Χανίων	11	10	15	36α
CocoSoil-μαύρη τύρφη-περλίτης	8	10	14	32β
Ξανθιά τύρφη-περλίτης	10	10	10	30βγ
Cronos-Coco Soil-περλίτης	9	12	12	33β

Μέσοι όροι με όμοια γράμματα δεν διαφέρουν σημαντικά κατά Dunkan στο επίπεδο 0.05

**Πίνακας 17.** Επίδραση των υποστρωμάτων στο ύψος των φυτών του ανθούριου όπως μετρήθηκε κατά την περίοδο Απριλίου – Ιουνίου 2006.

Υποστρώματα	ΥΨΟΣ ΦΥΤΩΝ (cm)		
	11/4/2006	16/5/2006	22/6/2006
Cronos	13,85β	13,90α	14,05α
Ξανθιά-μαύρη τύρφη-περλίτης	17,38α	17,50α	17,65α
Ξανθιά-μαύρη τύρφη-περλίτης-Λάσπη β.κ. Χανίων	15,47αβ	15,53α	15,60α
CocoSoil-μαύρη τύρφη-περλίτης	16,32αβ	16,40α	16,86α
Ξανθιά τύρφη-περλίτης	14,89αβ	15,02α	15,18α
Cronos-Coco Soil-περλίτης	16,47α	16,57α	16,70α

Μέσοι όροι με όμοια γράμματα δεν διαφέρουν σημαντικά κατά Dunkan στο επίπεδο 0.05



**Σχήμα 9.** Επίδραση των υποστρωμάτων στο ύψος των φυτών ανθούριου όπως μετρήθηκε τον Ιουνίου 2006.

**Πίνακας 18.** Μέτρηση pH, και αγωγιμότητας των υποστρωμάτων όπως μετρήθηκε κατά την περίοδο Αυγούστου – Δεκεμβρίου 2006.

ΥΠΟΣΤΡΩΜΑΤΑ	PH		ΑΓΩΓΙΜΟΤΗΤΑ ms/cm	
	25/8/06	21/12/06	25/8/06	21/12/06
Cronos	4,59	6,15	2,41	1,62
Ξανθιά-μαύρη τύρφη-περλίτης	3,8	5,98	1,31	1,62
Ξανθιά-μαύρη τύρφη-περλίτης Λάσπη β.κ..Χανίων	5,9	6,7	1,4	2,26
CocoSoil-μαύρη τύρφη-περλίτης	5,29	6,11	0,66	0,99
Ξανθιά τύρφη-περλίτης	3,44	5,37	1,35	1,97
Cronos-Coco Soil-περλίτης	6,52	6,8	0,69	1,25
<b>Θρεπτικό διάλυμα</b>	3,56	5,17	1,21	1,63

#### 4.4. Συζήτηση

Από την ανάλυση της παραλλακτικότητας των επεμβάσεων του πειράματος διαπιστώθηκε ότι κατά το χρονικό διάστημα Απριλίου-Δεκεμβρίου 2006 παρατηρήθηκε στατιστικά διαφορά μεταξύ των έξι υποστρωμάτων όσον αφορά τους παράγοντες  $L^*$ ,  $a^*$ , και  $b^*$  μόνο στο υπόστρωμα που συμμετείχε η λάσπη του βιολογικού καθαρισμού. Συγκεκριμένα στο υπόστρωμα αυτό το  $L$  εμφανίζεται να έχει αυξητική τάση καθώς και το  $a$  και το  $b$  που σημαίνει ότι τα φύλλα αρχίζουν να χάνουν το σκούρο πράσινο χρώμα, να γίνονται ανοιχτό πράσινο και αργότερα κιτρινωπά σημάδι κακής θρέψης των φυτών. Οπτικά πάντως το υπόστρωμα Cronos (τυποποιημένο με ξανθιά και μαύρη τύρφη 50:50+μάκρο και μικροστοιχεία) και το υπόστρωμα 2 (ξανθιά τύρφη, μαύρη τύρφη, περλίτης σε αναλογίες 50:25:25) εμφανίζονται ελαφρά καλύτερα από τα άλλα υποστρώματα ενώ το χειρότερο το 3 (Ξανθιά-μαύρη τύρφη-περλίτης- Λάσπη βιολογικού καθαρισμού Χανίων σε αναλογία 25:25:25:25).

Κατά την περίοδο Σεπτεμβρίου-Δεκεμβρίου 2006 μετρήθηκε ο φθορισμός της χλωροφύλλης στα φύλλα των φυτών του κάθε υποστρώματος ( πηλίκο  $F_v / F_{max}$  ). Από την ανάλυση της παραλλακτικότητας των επεμβάσεων του πειράματος διαπιστώθηκε ότι στο υπόστρωμα 3 τα φυτά παρουσιάζουν μικρότερες τιμές και επομένως μικρότερο φθορισμό που φανερώνει ενδεχόμενη ζημιά στο φωτοσυνθετικό μηχανισμό και επομένως μικρότερη φωτοσυνθετική ικανότητα των φυτών. Τα φυτά των υπολοίπων υποστρωμάτων έχουν σχεδόν ίδιο επίπεδο φθορισμού χωρίς σημαντικές διαφορές μεταξύ τους.

Για την πληρέστερη αξιολόγηση των υποστρωμάτων κατά το διάστημα Απριλίου-Νοεμβρίου 2006 μετρήθηκαν ο συνολικός αριθμός φύλλων των φυτών, ο αριθμός φύλλων με ξηράνσεις και το ύψος των φυτών. Από την ανάλυση των αποτελεσμάτων διαπιστώνεται μια γενική αύξηση του συνολικού αριθμού φύλλων κατά το διάστημα από μέσα Ιουλίου μέχρι μέσα Αυγούστου, η αύξηση αυτή μπορεί να οφείλεται και στο κλείσιμο των κουρτινών στον χώρο του θερμοκηπίου κατά το διάστημα αυτό, με αποτέλεσμα να δημιουργείται ελαφρά σκίαση και κατά συνέπεια είχαμε καλύτερη ανάπτυξη των φυτών. Πρέπει όμως να αναφερθεί ότι τα φυτά του υποστρώματος 4 (ξανθιά, τύρφη, περλίτης σε αναλογία 75:25) έχουν τα περισσότερα φύλλα, επίσης έχουν τα περισσότερα υγιή, το υπόστρωμα Cronos έχει τις λιγότερες ξηράνσεις ενώ το υπόστρωμα με τη λάσπη του β.κ. Χανίων έχει τις περισσότερες. Σχετικά με το ύψος των



φυτών δεν φαίνονται να υπάρχουν στατιστικά σημαντικές διαφορές μεταξύ των υποστρωμάτων.

Κατά την διάρκεια του πειράματος έγιναν δειγματοληψίες από όλους τους τύπους υποστρωμάτων, τα δείγματα πάρθηκαν σε δυο χρονικές περιόδους. Το πρώτο δείγμα πάρθηκε τον Αύγουστο 2006 και το δεύτερο στα τέλη του πειράματος τον Δεκέμβριο 2006. Σκοπός της δειγματοληψίας ήταν η μέτρηση της υγρασίας των υποστρωμάτων, του pH καθώς και της ηλεκτρικής αγωγιμότητας για να διαπιστωθεί η μεταβολή τους στο χρόνο. Στον πίνακα 17, όσον αφορά το pH αρχικά τα υποστρώματα με ξανθιά τύρφη έχουν χαμηλότερη τιμή αλλά αργότερα παρατηρείται μια αύξηση και σχεδόν εξισορρόπηση του σε παραπλήσιες τιμές σε όλα τα υποστρώματα, λόγω της επίδρασης της υδρολίπανσης. Αυτό συμβαίνει διότι ως γνωστό με την πάροδο του χρόνου αποδομείται το κάθε υπόστρωμα περισσότερο ή λιγότερο ανάλογα με την σύσταση του και η τιμή του pH αυξάνει αναλόγως. Η αγωγιμότητα, δηλαδή η εναπόθεση αλάτων στα υποστρώματα παρουσίασε παρόμοιες διακυμάνσεις όπως το pH, για τους ίδιους ακριβώς λόγους, πάντως εμφανίζεται μεγαλύτερη στο υπόστρωμα της λάσπης που πιθανόν είναι μια από τις αιτίες της κακής ανάπτυξης των φυτών, μπορεί όμως να υπάρχουν και άλλοι λόγοι που δεν μελετήθηκαν όπως η παραγωγή τοξικών ουσιών για τα φυτά (π.χ. πολυφαινολών) κατά τη διαδικασία της κομποστοποίησης του υλικού.

Από την συνολική εκτίμηση των αποτελεσμάτων διαπιστώσαμε ότι κάθε υπόστρωμα έχει ορισμένα πλεονεκτήματα και μειονεκτήματα τα οποία εξαρτώνται από την σύνθεση του υποστρώματος αλλά δεν διαφοροποιούν σημαντικά την ανάπτυξη των φυτών και γενικά κρίνονται κατάλληλα για την ανάπτυξη των φυτών. Εξαιρέση αποτελεί το υπόστρωμα που συμμετέχει η λάσπη του βιολογικού καθαρισμού το οποίο αποδεικνύεται ακατάλληλο για καλλιέργεια του ανθούριου.

## 4.5. Συμπεράσματα

1. Όλα τα υποστρώματα που παρασκευάζονται από τυποποιημένα υλικά και ιδιαίτερα αυτά που έχουν μεγάλο ποσοστό ξανθιάς τύρφης όπως και το εμπορικό compost “Cronos” φαίνονται να είναι κατάλληλα για την καλλιέργεια του ανθούριου που είναι οξύφιλο φυτό.
2. Το υπόστρωμα στο οποίο συμμετέχει η λάσπη του βιολογικού καθαρισμού δεν κρίνεται κατάλληλο για την καλλιέργεια του ανθούριου.
3. Για την καλύτερη ανάπτυξη του ανθούριου σε εκτός εδάφους καλλιέργεια θα πρέπει να μελετηθούν και άλλα οργανικά και αδρανή υποστρώματα και να γίνει καλύτερος έλεγχος της άρδευσης-υδρολίπανσης των υποστρωμάτων καθώς και του περιβάλλοντος ανάπτυξης των φυτών.

## 4.6. Παράρτημα φωτογραφιών

Για την απόκτηση μιας γενικής εικόνας του πειράματος παραθέτονται παρακάτω ορισμένες από τις πιο αντιπροσωπευτικές φωτογραφίες. Στις φωτογραφίες αυτές φαίνονται τα φυτά ανθούριου όπως αναπτύχθηκαν μετά από έξι μήνες και οι αναλογίες των αντίστοιχων υποστρωμάτων.



**Φωτογραφία 1.** Γενική άποψη του πειράματος. Φυτά ανθούριου που αναπτύχθηκαν στα έξι υποστρώματα.



**Φωτογραφία 2.** Φυτά ανθούριου που αναπτύχθηκαν στα αντίστοιχα υποστρώματα.



**Φωτογραφία 3.** Ανάπτυξη φυτών ανθούριου στα πειραματικά μίγματα υποστρωμάτων 1 (CRONOS), 2 (50% white peat – 25% black peat – 25% perlite) και 3 (25% town waste compost – 25% perlite – 25% white peat – 25% black peat).



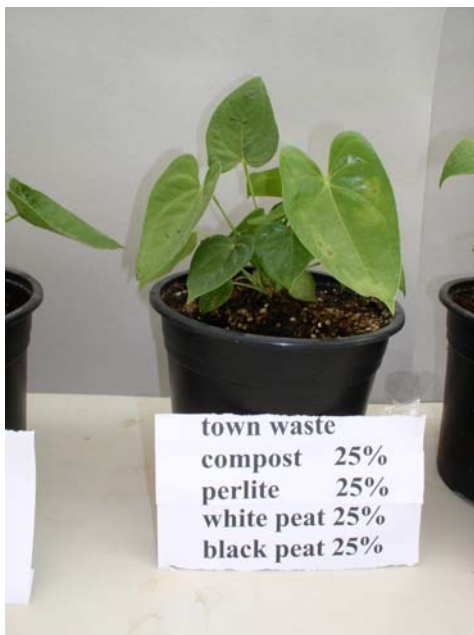
**Φωτογραφία 4.** Ανάπτυξη φυτών ανθούριου στα πειραματικά μίγματα υποστρωμάτων 4 (50% coco soil – 25% black peat – 25% perlite), 5 (75% white peat – 25% perlite) και 6 (50% cronos – 25% coco soil – 25% perlite).



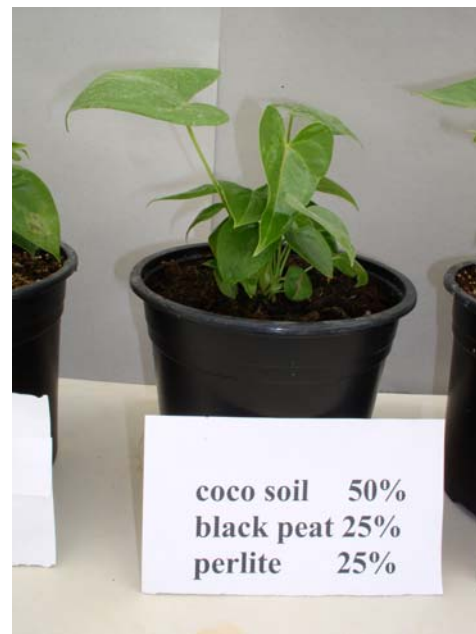
**Φωτογραφία 5.** Ανάπτυξη φυτού Ανθούριου στο υπόστρωμα 1 CRONOS (white and black peat).



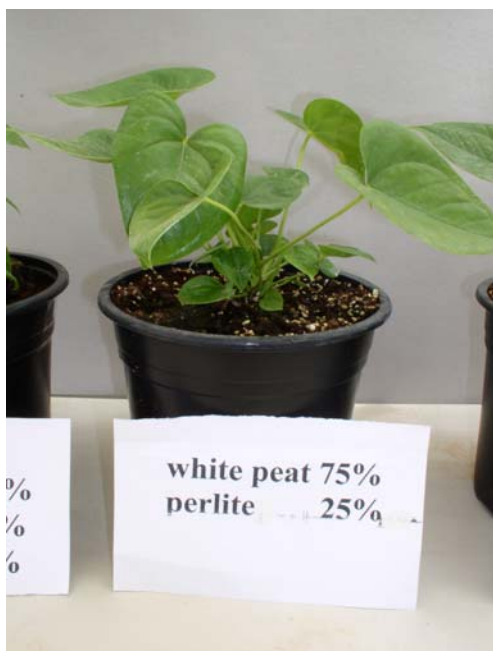
**Φωτογραφία 6.** Ανάπτυξη φυτού Ανθούριου στο υπόστρωμα 2 (50% white peat – 25% black peat – 25% perlite).



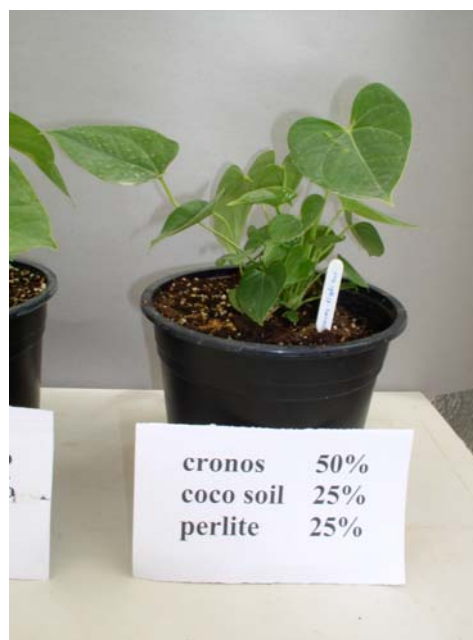
**Φωτογραφία 7.** Ανάπτυξη φυτού Ανθούριου στο υπόστρωμα 3 (25% town waste compost – 25% perlite – 25% white peat – 25% black peat).



**Φωτογραφία 8.** Ανάπτυξη φυτού Ανθούριου στο υπόστρωμα 4 (50% coco soil – 25% black peat – 25% perlite).



**Φωτογραφία 9.** Ανάπτυξη φυτού Ανθούριου στο υπόστρωμα 5 (75% white peat – 25% perlite).



**Φωτογραφία 10.** Ανάπτυξη φυτού Ανθούριου στο υπόστρωμα 6 (50% cronos – 25% coco soil – 25% perlite).

## BIBΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

- Armitoge , M.A., 1993. Bedding Plants Ball Publishing. Batavia. Illinois USA.
- Armitoge, M.A., 1993. Specialty cut flower. Varsity Press / Timber Press, Portland – Oregon.
- Ashton, F.M., Monaco, T.J., 1991. Formulations and Application Equipment. 3<sup>rd</sup> Edition, John Willey & Sons, New York.
- Ball Redbook Greenhouse Growing, 1985. 14<sup>th</sup> Edition. Reston Publishing company, Virginia.
- Boertje, G.A., 1978. Acta Horticulturae (82): pp. 159-164.
- Boodley, J.W., 1998. The Commercial Greenhouse. 2<sup>nd</sup> Edition. Delmar, London – New York – Paris.
- Dufour, L. & Guerin, V. 2003. Advances in Horticultural Science, 17 (1):pp. 9-14.
- Εγκυκλοπαίδεια Δομή 2000. ΔΟΜΗ ΑΕ, Αθήνα. Τόμος 15.
- Εγκυκλοπαίδεια Κηπουρική για όλους 1984. ΑΛΚΥΩΝ, Αθήνα. Τόμος 10.
- Harpstead, M.I., Sauer, T.J., Bennett, W.F., 1977. Soil science Simplified. 3<sup>rd</sup> Edition.
- Herr, J.W. & Shaw, J.E. 1989. S. Fla. Water Mgt. District, West Palm Beach, Technical Publ. pp. 89.
- Κεφάκη, Μ., 1991. Παρασκευή και αξιολόγηση υποστρωμάτων ανάπτυξης καλλωπιστικών φυτών γλάστρας και σποροφύτων κηπευτικών με την χρήση της μαύρης τύρφης Αντιφιλίπων Καβάλας. Τ.Ε.Ι. Κρήτης.
- Larson, R.A., 1980. Introduction to floriculture. Academic Press INC, San Diego – Orlando – New York.
- Larson, R.A., 1992. Introduction to floriculture. Second Edition. Academic Press INC, Boston – Tokyo – San Diego.
- Μανιός, Β., 1995. Εργαστήριο υποστρωμάτων και συστημάτων θερμοκηπιακών καλλιεργειών εκτός εδάφους. Τ.Ε.Ι. Ηρακλείου Σχολή Τεχνολογίας Γεωπονίας.
- March, K. & Thomas, J., 1992. The kingfisher complete guide to indoor and conservatory plants. The care and cultivate of over 500 varieties. Kingfisher Books, London.
- Nelson, P., 1998. Greenhouse Operation and Management. Prentice Hall, Inc., New Jersey, USA.
- Νούσης, Ι., 1998. Σύγχρονη Ανθοκομία και Κηποτεχνία. 7<sup>η</sup> έκδοση. Καλλιεργητής, Αθήνα.



- Παπαδημητρίου, Μ., Πομποδάκης, Ν. και Δοκιανάκης, Γ. 2004. Σημειώσεις Δρεπτόν Ανθέων Ι, Εργαστήριο. Τ.Ε.Ι. Ηρακλείου Σχολή Τεχνολογίας Γεωπονίας.
- Παπαδημητρίου, Μ., 2002. Σημειώσεις Δρεπτόν Ανθέων Ι, Θεωρία. Τ.Ε.Ι. Ηρακλείου Σχολή Τεχνολογίας Γεωπονίας.
- Pertwee, J., 1999. International Cut Flower Manual 1999 (ISBN 1-874626-10-3).
- Reed, A.R., 1996. Water, Media and Nutrition for Greenhouse Crops. Ball Publishing. Battavia, Illinois, USA.
- Waite, R. Ανθοκομία σε γλάστρες και ζαρτινιέρες. Ψυχάλου, Αθήνα.

## ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ ΜΕΤΡΗΣΕΩΝ ΤΟΥ ΠΕΙΡΑΜΑΤΟΣ

### ΧΡΩΜΑΤΟΜΕΤΡΟ

Επανάληψη I

Ημερομηνία 11 Απριλίου, 2006

Επέμβαση 1			
	Παράγοντας L	Παράγοντας a	Παράγοντας b
Maximum	40.67	-4.86	+18.80
Minimum	34.10	-13.43	+13.75
Mean	36.88	-9.97	+16.65
SD	2.38	3.13	1.86
Επέμβαση 2			
Maximum	40.07	-7.09	+18.65
Minimum	31.68	-13.16	+13.30
Mean	36.95	-10.15	+15.71
SD	1.93	2.33	1.86
Επέμβαση 3			
Maximum	41.49	-9.95	+19.22
Minimum	33.84	-13.40	+12.18
Mean	38.41	-12.30	+16.95
SD	2.65	1.25	2.60
Επέμβαση 4			
Maximum	39.40	-10.27	+17.75
Minimum	33.26	-13.43	+15.29
Mean	37.88	-11.52	+16.41
SD	2.30	1.17	1.03
Επέμβαση 5			
Maximum	42.93	-9.97	+16.63
Minimum	34.66	-12.22	+13.65
Mean	38.88	-11.17	+15.48
SD	2.87	0.83	1.04
Επέμβαση 6			
Maximum	40.01	-9.54	+16.71
Minimum	35.10	-12.20	+11.89
Mean	32.65	-10.63	+14.31
SD	1.63	0.97	1.92

Επέμβαση 1			
	Παράγοντας L	Παράγοντας a	Παράγοντας b
Maximum	38.89	-8.04	+16.24
Minimum	35.88	-11.67	+10.45
Mean	37.60	-10.81	+14.59
SD	1.11	1.40	2.23
Επέμβαση 2			
Maximum	40.84	-10.28	+17.86
Minimum	38.12	-12.35	+13.87
Mean	39.28	-11.54	+15.23
SD	1.00	0.79	1.51
Επέμβαση 3			
Maximum	41.02	-9.58	+17.97
Minimum	35.16	-12.83	+12.05
Mean	37.15	-11.15	+15.07
SD	2.20	1.12	2.10
Επέμβαση 4			
Maximum	41.60	-11.20	+19.04
Minimum	37.64	-13.48	+15.99
Mean	39.11	-12.11	+16.79
SD	1.49	0.96	1.15
Επέμβαση 5			
Maximum	39.94	-6.89	+17.85
Minimum	33.49	-11.74	+10.05
Mean	37.82	-9.96	+14.32
SD	2.46	1.83	2.84
Επέμβαση 6			
Maximum	41.48	-11.22	+18.66
Minimum	37.99	-13.48	+15.44
Mean	39.61	-12.53	+17.22
SD	1.28	0.73	1.06

Επέμβαση 1			
	Παράγοντας L	Παράγοντας a	Παράγοντας b
Maximum	41.89	-11.54	+20.66
Minimum	37.96	-13.03	+15.33
Mean	39.40	-12.10	+17.64
SD	1.76	0.64	2.23
Επέμβαση 2			
Maximum	44.70	-10.44	+21.87
Minimum	37.87	-14.91	+14.04
Mean	41.44	-12.38	+18.95
SD	3.35	1.93	3.63
Επέμβαση 3			
Maximum	39.51	-9.70	+17.69
Minimum	34.78	-12.85	+11.62
Mean	37.92	-11.83	+15.76
SD	2.19	1.43	2.78
Επέμβαση 4			
Maximum	42.89	-10.06	+20.21
Minimum	38.04	-13.01	+14.22
Mean	41.24	-12.13	+17.89
SD	2.22	1.40	2.71
Επέμβαση 5			
Maximum	40.78	-5.21	+18.23
Minimum	34.84	-12.97	+8.91
Mean	38.63	-9.11	+15.76
SD	2.60	3.36	4.51
Επέμβαση 6			
Maximum	38.66	-8.94	+15.86
Minimum	36.43	-10.72	+13.49
Mean	37.74	-10.17	+13.49
SD	0.93	0.82	1.00

Επέμβαση 1			
	Παράγοντας L	Παράγοντας a	Παράγοντας b
Maximum	43.62	-10.54	+19.49
Minimum	37.54	-12.70	+15.59
Mean	40.36	-11.64	17.30
SD	2.49	0.97	1.70
Επέμβαση 2			
Maximum	38.41	-10.45	+15.78
Minimum	37.70	-11.81	+13.28
Mean	37.92	-11.32	+14.83
SD	0.33	0.61	1.13
Επέμβαση 3			
Maximum	43.33	-10.78	+20.01
Minimum	39.23	-12.79	+15.73
Mean	40.71	-11.77	+17.38
SD	1.85	0.92	1.88
Επέμβαση 4			
Maximum	38.74	-9.23	17.37
Minimum	37.24	-11.63	+15.58
Mean	38.02	-10.87	+16.22
SD	0.74	1.10	0.84
Επέμβαση 5			
Maximum	37.48	-9.69	+16.01
Minimum	35.24	-11.11	+12.90
Mean	36.39	-10.41	+14.16
SD	1.10	0.59	1.40
Επέμβαση 6			
Maximum	39.14	-10.68	+16.17
Minimum	38.32	-11.80	+14.53
Mean	38.78	-11.30	+15.12
SD	0.40	0.46	0.77

## ΧΡΩΜΑΤΟΜΕΤΡΟ

Επανάληψη I

Ημερομηνία 16 Μαΐου, 2006

Επέμβαση 1			
	Παράγοντας L	Παράγοντας a	Παράγοντας b
Maximum	82.03	+19.06	+18.04
Minimum	19.59	-12.18	-0.34
Mean	40.83	-2.72	+7.12
SD	20.53	8.13	7.81
Επέμβαση 2			
Maximum	41.52	-11.00	+19.05
Minimum	32.99	-13.15	+16.01
Mean	37.80	-12.51	+17.57
SD	3.80	2.72	1.96
Επέμβαση 3			
Maximum	41.19	-10.31	+18.79
Minimum	34.91	-13.41	+14.51
Mean	38.49	-12.25	+17.45
SD	2.41	1.09	1.54
Επέμβαση 4			
Maximum	40.93	-9.25	+19.14
Minimum	34.60	-13.02	+13.03
Mean	37.48	-11.30	+16.64
SD	2.57	1.41	2.28
Επέμβαση 5			
Maximum	40.60	-9.64	+17.51
Minimum	37.04	-10.82	+13.50
Mean	38.63	-10.32	+15.10
SD	1.46	0.48	1.31
Επέμβαση 6			
Maximum	40.69	-6.84	+16.41
Minimum	34.23	-11.50	+9.21
Mean	37.96	-9.87	+13.94
SD	2.35	1.64	2.55

Επέμβαση 1			
	Παράγοντας L	Παράγοντας a	Παράγοντας b
Maximum	38.46	-6.78	+16.97
Minimum	33.99	-1.72	+9.40
Mean	35.95	-9.15	+12.39
SD	1.83	2.10	3.14
Επέμβαση 2			
Maximum	42.67	-8.90	+18.25
Minimum	34.97	-12.33	+10.83
Mean	38.52	-10.77	+14.85
SD	2.63	1.27	2.60
Επέμβαση 3			
Maximum	40.09	-7.88	+16.42
Minimum	34.11	-2.05	+9.27
Mean	37.55	-10.09	+13.94
SD	2.21	1.67	2.86
Επέμβαση 4			
Maximum	42.55	-10.65	+20.14
Minimum	37.20	-10.65	+14.48
Mean	40.01	-12.02	+17.07
SD	1.71	1.36	2.35
Επέμβαση 5			
Maximum	38.38	-7.97	+15.24
Minimum	34.06	-11.00	+10.64
Mean	36.9	-9.83	+13.56
SD			
Επέμβαση 6			
Maximum	40.63	-3.03	+15.11
Minimum	33.54	-8.43	+4.15
Mean	36.36	-8.43	+11.24
SD	2.39	2.81	3.89

Επανάληψη I II Ημερομηνία 16 Μαΐου, 2006

Επέμβαση 1			
	Παράγοντας L	Παράγοντας a	Παράγοντας b
Maximum	41.70	-11.73	+18.41
Minimum	37.51	-12.62	+16.04
Mean	39.58	-12.04	+17.59
SD	1.71	0.41	1.05
Επέμβαση 2			
Maximum	41.29	-11.19	+18.95
Minimum	38.86	-12.97	+15.54
Mean	39.69	-11.87	+17.60
SD	1.12	0.80	1.47
Επέμβαση 3			
Maximum	41.81	-7.92	+19.38
Minimum	35.49	-12.95	+10.43
Mean	37.89	-10.87	+15.03
SD	2.82	2.17	3.70
Επέμβαση 4			
Maximum	41.54	-8.15	+22.13
Minimum	36.53	-14.93	+12.23
Mean	39.99	-12.18	+18.03
SD	2.33	2.86	3.90
Επέμβαση 5			
Maximum	40.03	-10.66	+16.91
Minimum	36.89	-13.08	+16.91
Mean	38.48	-11.81	+16.26
SD	1.39	1.03	0.86
Επέμβαση 6			
Maximum	39.17	-8.93	+16.62
Minimum	37.23	-11.46	+11.84
Mean	37.91	-10.44	+14.54
SD	0.86	1.07	2.02



Επέμβαση 1			
	Παράγοντας L	Παράγοντας a	Παράγοντας b
Maximum	41.49	-11.50	+18.32
Minimum	36.62	-12.43	+16.65
Mean	38.74	-12.08	+17.30
SD	2.02	0.40	0.74
Επέμβαση 2			
Maximum	39.16	-11.18	+16.59
Minimum	37.22	-12.59	+13.77
Mean	38.34	-11.75	+15.46
SD	0.89	0.61	1.23
Επέμβαση 3			
Maximum	44.78	-9.63	+21.69
Minimum	38.14	-13.44	+13.35
Mean	40.70	-11.33	+16.99
SD	2.89	1.63	3.46
Επέμβαση 4			
Maximum	41.37	-11.16	+18.82
Minimum	38.13	-12.25	14.26
Mean	38.98	-11.77	+16.25
SD	1.59	0.73	1.89
Επέμβαση 5			
Maximum	39.50	-10.30	+18.52
Minimum	35.51	-12.86	13.34
Mean	37.01	-11.41	+15.27
SD	1.72	1.07	2.25
Επέμβαση 6			
Maximum	40.00	-10.69	+17.89
Minimum	36.82	-12.85	+13.99
Mean	38.55	-11.57	+15.68
SD	1.31	0.98	1.63

## ΧΡΩΜΑΤΟΜΕΤΡΟ

Επανάληψη I

Ημερομηνία 22 Ιουνίου, 2006

Επέμβαση 1			
	Παράγοντας L	Παράγοντας a	Παράγοντας b
Maximum	42.95	-9.87	+22.01
Minimum	33.81	-14.40	+10.44
Mean	32.92	-13.12	+17.47
SD	2.97	1.71	4.03
Επέμβαση 2			
Maximum	42.02	-13.10	+24.31
Minimum	31.97	-16.51	+14.73
Mean	39.34	-14.63	+20.72
SD	3.70	1.20	3.67
Επέμβαση 3			
Maximum	43.81	-13.60	+25.61
Minimum	40.67	-15.69	+21.31
Mean	42.71	-14.78	+22.9
SD	1.26	0.87	1.70
Επέμβαση 4			
Maximum	48.67	-12.29	+27.16
Minimum	39.47	-16.55	+16.87
Mean	42.93	-14.52	+22.39
SD	3.38	1.67	4.35
Επέμβαση 5			
Maximum	45.45	-13.93	+27.71
Minimum	42.29	-17.19	+20.81
Mean	43.61	-14.98	+23.29
SD	1.45	1.19	2.36
Επέμβαση 6			
Maximum	44.30	-13.01	+26.34
Minimum	38.10	-17.03	+15.87
Mean	41.07	-14.72	+19.99
SD	2.33	1.50	3.45

Επέμβαση 1			
	Παράγοντας L	Παράγοντας a	Παράγοντας b
Maximum	44.29	-10.40	+26.23
Minimum	40.29	-16.41	+12.67
Mean	42.02	-14.03	+20.48
SD	1.45	2.16	5.03
Επέμβαση 2			
Maximum	45.04	-9.08	+23.15
Minimum	38.58	-15.89	+15.20
Mean	42.01	-13.35	+19.35
SD	2.47	2.26	2.72
Επέμβαση 3			
Maximum	54.89	-12.26	+35.29
Minimum	41.64	-16.68	+20.45
Mean	47.80	-14.27	+28.58
SD	6.11	1.84	7.18
Επέμβαση 4			
Maximum	48.23	-12.43	+24.47
Minimum	38.99	-16.54	+14.43
Mean	44.48	-14.80	+1.19
SD	3.26	1.32	3.64
Επέμβαση 5			
Maximum	45.55	-11.32	+21.85
Minimum	39.82	-14.94	+15.69
Mean	42.10	-13.20	+19.33
SD	1.98	1.46	2.75
Επέμβαση 6			
Maximum	46.14	-12.53	+21.93
Minimum	41.32	-15.43	+16.09
Mean	43.34	-13.71	+19.32
SD	2.05	1.11	2.21

Επέμβαση 1			
	Παράγοντας L	Παράγοντας a	Παράγοντας b
Maximum	44.38	-13.95	+26.00
Minimum	42.68	-16.08	+20.94
Mean	43.76	-15.19	+23.61
SD	0.75	0.89	2.08
Επέμβαση 2			
Maximum	48.22	-14.09	+24.76
Minimum	39.84	-16.59	+20.71
Mean	43.52	-15.33	+22.88
SD	3.65	1.03	1.66
Επέμβαση 3			
Maximum	44.58	-14.44	+23.71
Minimum	42.66	-14.60	+22.16
Mean	43.26	-14.52	+22.94
SD	1.35	0.11	1.09
Επέμβαση 4			
Maximum	43.28	-14.51	+6.53
Minimum	40.41	-730	+20.35
Mean	42.26	-15.65	+23.85
SD	1.28	1.17	2.76
Επέμβαση 5			
Maximum	43.58	-13.15	+22.29
Minimum	42.39	-15.48	+20.43
Mean	42.87	-14.51	+21.29
SD	0.50	1.04	0.82
Επέμβαση 6			
Maximum	47.20	-12.90	+25.92
Minimum	40.53	-15.07	+17.26
Mean	43.28	-13.80	+20.79
SD	3.05	0.92	3.68

Επέμβαση 1			
	Παράγοντας L	Παράγοντας a	Παράγοντας b
Maximum	44.28	-13.76	+24.57
Minimum	42.57	-15.10	+19.89
Mean	43.72	-14.67	+22.34
SD	0.78	0.63	1.92
Επέμβαση 2			
Maximum	44.01	-5.80	+20.79
Minimum	37.65	-14.08	+10.48
Mean	40.70	-11.55	+16.77
SD	2.61	3.87	4.49
Επέμβαση 3			
Maximum	51.19	-14.81	+28.39
Minimum	43.20	-15.21	+22.42
Mean	45.87	-14.99	+24.52
SD	3.63	0.16	2.64
Επέμβαση 4			
Maximum	53.73	-11.55	+38.29
Minimum	41.54	-17.28	+19.21
Mean	46.88	-14.08	+25.62
SD	5.83	2.91	8.60
Επέμβαση 5			
Maximum	43.77	-13.62	+23.98
Minimum	41.14	-16.11	+18.10
Mean	42.10	-14.94	+20.18
SD	1.18	1.05	2.62
Επέμβαση 6			
Maximum	43.38	-3.54	+21.52
Minimum	41.43	-15.51	+19.22
Mean	42.41	-14.52	+20.37
SD	1.37	1.39	1.62

## ΧΡΩΜΑΤΟΜΕΤΡΟ

Επανάληψη I

Ημερομηνία 24 Ιουλίου, 2006

Επέμβαση 1			
	Παράγοντας L	Παράγοντας a	Παράγοντας b
Maximum	48.86	-15.87	+29.42
Minimum	42.51	-16.58	+20.09
Mean	44.92	-16.31	+24.69
SD	2.76	0.32	4.18
Επέμβαση 2			
Maximum	46.52	-16.15	+2480
Minimum	43.75	-17.13	+22.09
Mean	45.28	-16.60	+23.75
SD	1.28	0.43	1.20
Επέμβαση 3			
Maximum	50.20	-17.85	+32.01
Minimum	49.57	-18.55	+31.84
Mean	49.89	-18.20	+31.93
SD	0.44	0.49	0.12
Επέμβαση 4			
Maximum	52.71	-13.66	+29.91
Minimum	44.33	-17.03	+18.10
Mean	48.30	-15.41	+22.72
SD	3.44	1.86	5.67
Επέμβαση 5			
Maximum	49.03	-17.05	+28.88
Minimum	44.83	-18.03	+26.93
Mean	46.93	-17.54	+27.91
SD	2.96	0.69	1.37
Επέμβαση 6			
Maximum	55.34	-1458	+26.84
Minimum	52.52	-16.23	+24.58
Mean	53.93	-15.40	+25.71
SD	1.99	1.16	1.59

Επέμβαση 1			
	Παράγοντας L	Παράγοντας a	Παράγοντας b
Maximum	45.07	-14.19	+21.87
Minimum	40.88	-15.10	+18.25
Mean	43.05	-14.76	+20.21
SD	2.09	0.49	1.82
Επέμβαση 2			
Maximum	49.00	-14.03	+25.01
Minimum	36.85	-16.97	+20.74
Mean	44.86	-15.47	+22.72
SD	5.49	1.61	1.77
Επέμβαση 3			
Maximum	53.12	-16.78	+28.70
Minimum	50.34	-17.26	+24.43
Mean	51.73	-17.26	+26.57
SD	1.96	0.33	3.01
Επέμβαση 4			
Maximum	52.25	-17.33	+31.98
Minimum	45.56	-18.20	+25.59
Mean	48.48	-17.85	+28.35
SD	2.85	0.41	2.83
Επέμβαση 5			
Maximum	56.91	-12.08	+16.66
Minimum	43.17	-14.30	+16.36
Mean	50.04	-13.19	+16.51
SD	9.71	1.56	0.21
Επέμβαση 6			
Maximum	51.42	-16.08	+27.56
Minimum	44.37	-17.26	+24.53
Mean	47.90	-16.67	+26.05
SD	4.98	0.83	2.14

Επέμβαση 1			
	Παράγοντας L	Παράγοντας a	Παράγοντας b
Maximum	-	-	-
Minimum	-	-	-
Mean	-	-	-
SD	-	-	-
Επέμβαση 2			
Maximum	49.70	-20.08	+34.83
Minimum	46.59	-20.41	+31.36
Mean	48.15	-20.24	+33.10
SD	2.19	0.23	2.45
Επέμβαση 3			
Maximum	-	-	-
Minimum	-	-	-
Mean	-	-	-
SD	-	-	-
Επέμβαση 4			
Maximum	47.21	-16.20	+30.93
Minimum	47.06	-18.333	+27.13
Mean	47.14	-17.26	+29.03
SD	0.10	1.50	2.68
Επέμβαση 5			
Maximum	55.71	-16.88	+36.95
Minimum	46.71	-17.91	+25.10
Mean	51.21	-17.39	+31.03
SD	6.36	0.72	8.37
Επέμβαση 6			
Maximum	46.59	-14.38	+23.59
Minimum	44.72	-14.42	+22.18
Mean	45.66	-14.40	+22.89
SD	1.32	0.02	0.99



Επέμβαση 1			
	Παράγοντας L	Παράγοντας a	Παράγοντας b
Maximum	47.94	-16.26	+28.31
Minimum	46.84	-18.08	+26.59
Mean	47.39	-17.17	+27.45
SD	0.77	1.28	1.21
Επέμβαση 2			
Maximum	-	-	-
Minimum	-	-	-
Mean	-	-	-
SD	-	-	-
Επέμβαση 3			
Maximum	55.57	-14.73	+34.05
Minimum	54.81	-15.63	+33.71
Mean	55.19	-15.18	+33.88
SD	0.53	0.63	0.24
Επέμβαση 4			
Maximum	-	-	-
Minimum	-	-	-
Mean	-	-	-
SD	-	-	-
Επέμβαση 5			
Maximum	51.60	-16.77	+30.63
Minimum	49.50	-19.50	+26.81
Mean	50.55	-18.13	+28.72
SD	1.48	1.93	2.70
Επέμβαση 6			
Maximum	49.20	-16.46	+28.73
Minimum	41.16	-18.33	+22.32
Mean	45.18	-17.39	+25.53
SD	5.68	1.32	4.53

**ΧΡΩΜΑΤΟΜΕΤΡΟ**

Ημερομηνία 27 Οκτωβρίου, 2006

ΕΠΕΜΒΑΣΗ	ΕΠΑΝΑΛΗΨΗ	ΦΥΤΟ- ΓΛΑΣΤΡΑ	ΠΑΡΑΓΟΝΤΑΣ a	ΠΑΡΑΓΟΝΤΑΣ b	ΠΑΡΑΓΟΝΤΑΣ L	
1	I	A	-18,04	26,18	42,68	
		B	-16,34	27,4	46,57	
		Γ	-13,75	14,77	33,87	
	II	A	-17,03	24,41	42,36	
		B	-17,06	22,71	39,81	
		Γ	-15,5	19,96	40,27	
	III	A	-14,01	17,53	46,82	
		B	-13,87	16,17	37,16	
	IV	A	-16,54	22,25	43,33	
		B	-18,42	28,61	45,17	
	2	I	A	-18,52	29,3	51,72
			B	-16,23	22,04	42,52
Γ			-	-	-	
II		A	-15,32	18,38	39,67	
		B	-11,08	11,2	31,21	
		Γ	-10,89	11,59	32,56	
III		A	-17,15	22,64	39,61	
		B	-12,86	14,34	35,05	
IV		A	-14,1	16,81	40,02	
		B	-17	22,36	43,1	
3		I	A	-	-	-
			B	-	-	-
	Γ		-15,7	21,32	36,31	
	II	A	-	-	-	
		B	-	-	-	
		Γ	-	-	-	
	III	A	-	-	-	
		B	-	-	-	
	IV	A	-	-	-	
		B	-	-	-	
	4	I	A	-	-	-
			B	-15,38	20,4	41,57
Γ			-17,92	28,86	45,89	
II		A	-19,33	27,39	41,19	
		B	-18,8	26,3	40,49	
		Γ	-16,39	22,62	43,16	
III		A	-	-	-	
		B	-19,72	33,8	49,68	
IV		A	-19,15	29,8	48,47	
		B	-	-	-	
5		I	A	-	-	-
			B	-15,91	20,38	41,34
	Γ		-16,33	22,47	38,82	
	II	A	-	-	-	
		B	-17,06	23,01	40,02	
		Γ	-13,59	18,87	39,16	
	III	A	-15,89	21,47	41,26	
		B	-	-	-	
	IV	A	-13,13	15,43	35,89	
		B	-14,58	19,65	46,47	
	6	I	A	-17,55	24,31	43,49
			B	-16,09	22,86	40,84
Γ			-	-	-	
II		A	-17,38	22,66	40,69	
		B	-18,38	26,9	43,48	
		Γ	-15,98	20,71	34,47	
III		A	-14,9	19,2	39,15	
		B	-16,17	20,46	40,24	
IV		A	-13,38	17,72	38,24	
		B	-15,03	17,8	37,3	

**ΧΡΩΜΑΤΟΜΕΤΡΟ**

Ημερομηνία 21 Δεκεμβρίου, 2006

ΕΠΕΜΒΑΣΗ	ΕΠΑΝΑΛΗΨΗ	ΦΥΤΟ-ΓΛΑΣΤΡΑ	ΠΑΡΑΓΟΝΤΑΣ a	ΠΑΡΑΓΟΝΤΑΣ b	ΠΑΡΑΓΟΝΤΑΣ L	
1	I	A	-17,43	25,74	42,03	
		B	-18,17	26,79	45,51	
		Γ	-16,27	22	40,69	
	II	A	-16,49	24,69	41,49	
		B	-14,97	25,66	44,06	
		Γ	-14,56	17,28	35,19	
	III	A	-14,9	23,15	39,64	
		B	-16,39	21,3	40,73	
	IV	A	-15,53	19,87	37,55	
		B	-16,82	30,07	48,29	
	2	I	A	-15,21	22,23	42,25
			B	-16,27	21,78	37,31
Γ			-	-	-	
II		A	-15,78	21,53	40,05	
		B	-14,26	17,59	36,45	
		Γ	-16,06	19,96	38,94	
III		A	-15,83	21,27	40,44	
		B	-17,13	23,7	43,27	
IV		A	-14,91	24,89	51,3	
		B	-16,81	22,25	79,41	
3		I	A	-	-	-
			B	-	-	-
	Γ		-10,77	15,22	43,67	
	II	A	-	-	-	
		B	-	-	-	
		Γ	-	-	-	
	III	A	-	-	-	
		B	-	-	-	
	IV	A	-	-	-	
		B	-	-	-	
	4	I	A	-	-	-
			B	-16,98	25,22	41,2
Γ			-14,66	18,95	39,52	
II		A	-17,8	23,11	40,88	
		B	-15,81	27,47	45,42	
		Γ	-17,77	28,08	48,23	
III		A	-	-	-	
		B	-	-	-	
IV		A	-17,93	23,55	39,91	
		B	-	-	-	
5		I	A	-	-	-
			B	-16,72	24,69	42,66
	Γ		-16,03	21,58	41,16	
	II	A	-	-	-	
		B	-15,29	19,95	37,26	
		Γ	-17,39	24,64	42,6	
	III	A	-	-	-	
		B	-	-	-	
	IV	A	-12,55	15,71	37,26	
		B	-1,7	20,9	45,22	
	6	I	A	-16,28	25,11	45,69
			B	-	-	-
Γ			-	-	-	
II		A	-13,96	26,66	48,56	
		B	-16,89	28,69	44,57	
		Γ	-16,26	21,08	39,12	
III		A	-13,19	16,69	39,67	
		B	-14,2	17,11	38,01	
IV		A	-11,83	16,5	38,72	
		B	-18,52	27,24	42,68	

**ΦΘΟΡΙΜΕΤΡΟ**

Ημερομηνία 19 Σεπτεμβρίου, 2006

ΜΕΤΡΗΣΕΙΣ	Υ Π Ο Σ Τ Ρ Ω Μ Α Τ Α					
	1	2	3	4	5	6
1η	0.489	0.174	0.376	0.386	0.445	0.506
2η	0.747	0.383	0.569	0.518	0.774	0.056
3η	0.456	0.726	0.736	0.574	0.698	0.622
4η	0.501	0.756	0.552	0.698	0.476	0.685

## ΦΘΟΡΙΜΕΤΡΟ

Ημερομηνία 27 Οκτωβρίου, 2006

ΕΠΕΜΒΑΣΗ	ΕΠΑΝΑΛΗΨΗ	ΦΥΤΟ-ΓΛΑΣΤΡΑ	ΕΝΤΑΣΗ ΦΩΤΟΣΥΝΘΕΣΗΣ	
1	I	A	0,595	
		B	0,689	
		Γ	0,824	
	II	A	0,801	
		B	0,721	
		Γ	0,786	
	III	A	0,597	
		B	0,768	
	IV	A	0,753	
		B	0,413	
	2	I	A	0,683
			B	0,756
Γ			-	
II		A	0,716	
		B	0,777	
		Γ	0,783	
III		A	0,696	
		B	0,729	
IV		A	0,67	
		B	0,76	
3		I	A	-
			B	-
	Γ		0,431	
	II	A	-	
		B	-	
		Γ	-	
	III	A	-	
		B	-	
	IV	A	-	
		B	-	
	4	I	A	-
			B	0,528
Γ			0,533	
II		A	0,744	
		B	0,661	
		Γ	0,769	
III		A	-	
		B	0,56	
IV		A	0,692	
		B	-	
5		I	A	-
			B	0,559
	Γ		0,751	
	II	A	-	
		B	0,704	
		Γ	0,706	
	III	A	0,69	
		B	-	
	IV	A	0,779	
		B	0,633	
	6	I	A	0,707
			B	0,731
Γ			-	
II		A	0,68	
		B	0,779	
		Γ	0,773	
III		A	0,761	
		B	0,584	
IV		A	0,194	
		B	0,762	

## ΦΘΟΡΙΜΕΤΡΟ

Ημερομηνία 21 Δεκεμβρίου, 2006

ΕΠΕΜΒΑΣΗ	ΕΠΑΝΑΛΗΨΗ	ΦΥΤΟ-ΓΛΑΣΤΡΑ	ΕΝΤΑΣΗ ΦΩΤΟΣΥΝΘΕΣΗΣ	
1	I	A	0,705	
		B	0,776	
		Γ	0,761	
	II	A	0,746	
		B	0,733	
		Γ	0,777	
	III	A	0,795	
		B	0,865	
	IV	A	0,795	
		B	0,697	
	2	I	A	0,784
			B	0,748
Γ			-	
II		A	0,777	
		B	0,865	
		Γ	0,76	
III		A	0,713	
		B	0,739	
IV		A	0,73	
		B	0,762	
3		I	A	-
			B	-
	Γ		0,436	
	II	A	-	
		B	-	
		Γ	-	
	III	A	-	
		B	-	
	IV	A	-	
		B	-	
	4	I	A	-
			B	0,728
Γ			0,774	
II		A	0,778	
		B	0,694	
		Γ	0,756	
III		A	-	
		B	-	
IV		A	0,753	
		B	-	
5		I	A	-
			B	0,627
	Γ		0,77	
	II	A	-	
		B	0,721	
		Γ	0,758	
	III	A	-	
		B	-	
	IV	A	0,78	
		B	0,13	
	6	I	A	0,732
			B	-
Γ			-	
II		A	0,463	
		B	0,746	
		Γ	0,76	
III		A	0,818	
		B	0,65	
IV		A	0,25	
		B	0,713	

## ΠΑΡΑΜΕΤΡΟΙ ΑΝΑΠΤΥΞΗΣ ΦΥΤΩΝ

Επανάληψη I Ημερομηνία 11 Απριλίου, 2006

Επέμβαση	Αριθμός φύλλων	Ύψος (cm)
1	16.3	14.5
2	21.6	16.96
3	24.3	14.73
4	21	18.46
5	17.3	14.5
6	18.6	16.46

Επανάληψη II Ημερομηνία 11 Απριλίου, 2006

Επέμβαση	Αριθμός φύλλων	Ύψος (cm)
1	19.6	13.3
2	25	19.3
3	18.3	16.5
4	17	17.76
5	21.3	15.9
6	19.3	16.93

Επανάληψη III Ημερομηνία 11 Απριλίου, 2006

Επέμβαση	Αριθμός φύλλων	Ύψος (cm)
1	15	13.65
2	19.5	18.25
3	16	14.3
4	21	15.8
5	19	14.55
6	20	14

Επανάληψη IV

Ημερομηνία 11 Απριλίου, 2006

<b>Επέμβαση</b>	<b>Αριθμός φύλλων</b>	<b>Ύψος (cm)</b>
<b>1</b>	17.5	13.95
<b>2</b>	19	15
<b>3</b>	16.5	16.35
<b>4</b>	19	13.25
<b>5</b>	18	14.6
<b>6</b>	18	18.5

### **ΠΑΡΑΜΕΤΡΟΙ ΑΝΑΠΤΥΞΗΣ ΦΥΤΩΝ**

Επανάληψη I

Ημερομηνία 16 Μαΐου, 2006

<b>Επέμβαση</b>	<b>Αριθμός φύλλων</b>	<b>Ύψος (cm)</b>
<b>1</b>	16.33	13
<b>2</b>	21.66	16
<b>3</b>	24.33	13.5
<b>4</b>	21	16
<b>5</b>	17.33	13
<b>6</b>	18.66	15

Επανάληψη II

Ημερομηνία 16 Μαΐου, 2006

<b>Επέμβαση</b>	<b>Αριθμός φύλλων</b>	<b>Ύψος (cm)</b>
<b>1</b>	19.66	12.66
<b>2</b>	25	16.83
<b>3</b>	18.33	18.33
<b>4</b>	17.66	15.6
<b>5</b>	21.33	14.66
<b>6</b>	20.33	14.83



Επανάληψη Ι Ι Ι

Ημερομηνία 16 Μαΐου, 2006

<b>Επέμβαση</b>	<b>Αριθμός φύλλων</b>	<b>Ύψος (cm)</b>
<b>1</b>	15	13.75
<b>2</b>	19.5	17.5
<b>3</b>	16	14.5
<b>4</b>	21	16.25
<b>5</b>	19	13.75
<b>6</b>	20	16

Επανάληψη Ι V

Ημερομηνία 16 Μαΐου, 2006

<b>Επέμβαση</b>	<b>Αριθμός φύλλων</b>	<b>Ύψος (cm)</b>
<b>1</b>	17.5	13.75
<b>2</b>	28	17.5
<b>3</b>	16.5	15
<b>4</b>	19	13.75
<b>5</b>	18	14.75
<b>6</b>	18	17.5

#### **ΠΑΡΑΜΕΤΡΟΙ ΑΝΑΠΤΥΞΗΣ ΦΥΤΩΝ**

Επανάληψη Ι

Ημερομηνία 22 Ιουνίου, 2006

<b>Επέμβαση</b>	<b>Αριθμός φύλλων</b>	<b>Ύψος (cm)</b>
<b>1</b>	25.6	13.66
<b>2</b>	23.66	16.9
<b>3</b>	25.33	17.66
<b>4</b>	34.66	18
<b>5</b>	24.33	14.73
<b>6</b>	31.66	17

Επανάληψη Ι Ι

Ημερομηνία 22 Ιουνίου, 2006

<b>Επέμβαση</b>	<b>Αριθμός φύλλων</b>	<b>Ύψος (cm)</b>
<b>1</b>	29.33	13.43
<b>2</b>	36	19.53
<b>3</b>	19.66	12.83
<b>4</b>	26.33	18
<b>5</b>	29.33	15.56
<b>6</b>	31	17.16

Επανάληψη Ι Ι Ι

Ημερομηνία 22 Ιουνίου, 2006

<b>Επέμβαση</b>	<b>Αριθμός φύλλων</b>	<b>Ύψος (cm)</b>
<b>1</b>	23.5	14.25
<b>2</b>	33	17.75
<b>3</b>	8.5	12.65
<b>4</b>	29	17.9
<b>5</b>	26.5	14.75
<b>6</b>	26	14.25

Επανάληψη Ι V

Ημερομηνία 22 Ιουνίου, 2006

<b>Επέμβαση</b>	<b>Αριθμός φύλλων</b>	<b>Ύψος (cm)</b>
<b>1</b>	25.5	13.7
<b>2</b>	30.5	14.8
<b>3</b>	22.5	14.75
<b>4</b>	28.5	13.55
<b>5</b>	25.5	14
<b>6</b>	16.5	8.6

## ΠΑΡΑΜΕΤΡΟΙ ΑΝΑΠΤΥΞΗΣ ΦΥΤΩΝ

Επανάληψη I Ημερομηνία 24 Ιουλίου, 2006

Επέμβαση	Αριθμός φύλλων
1	5
2	3
3	5
4	7
5	7
6	12

Επανάληψη II Ημερομηνία 24 Ιουλίου, 2006

Επέμβαση	Αριθμός φύλλων
1	7
2	8
3	5
4	3
5	5.66
6	7.33

Επανάληψη III Ημερομηνία 24 Ιουλίου, 2006

Επέμβαση	Αριθμός φύλλων
1	6
2	10
3	10
4	8
5	12
6	8

Επανάληψη IV Ημερομηνία 24 Ιουλίου, 2006

<b>Επέμβαση</b>	<b>Αριθμός φύλλων</b>
<b>1</b>	10
<b>2</b>	11
<b>3</b>	7
<b>4</b>	17
<b>5</b>	16
<b>6</b>	9

## ΠΑΡΑΜΕΤΡΟΙ ΑΝΑΠΤΥΞΗΣ ΦΥΤΩΝ

Ημερομηνία 20 Ιουλίου, 2006

ΕΠΕΜΒΑΣΗ	ΕΠΑΝΑΛΗΨΗ	ΦΥΤΟ-ΓΛΑΣΤΡΑ	ΑΡΙΘΜΟΣ ΦΥΛΛΩΝ ΜΕ ΞΗΡΑΝΣΕΙΣ ΠΟΥ ΑΦΑΙΡΕΘΗΚΑΝ	
1	I	A	0	
		B	5	
		Γ	10	
	II	A	2	
		B	13	
		Γ	6	
	III	A	0	
		B	0	
	IV	A	9	
		B	11	
	2	I	A	0
			B	0
Γ			10	
II		A	8	
		B	8	
		Γ	8	
III		A	11	
		B	9	
IV		A	11	
		B	12	
3		I	A	5
			B	3
	Γ		7	
	II	A	0	
		B	7	
		Γ	7	
	III	A	5	
		B	15	
	IV	A	10	
		B	5	
	4	I	A	10
			B	2
Γ			9	
II		A	4	
		B	0	
		Γ	5	
III		A	4	
		B	13	
IV		A	10	
		B	25	
5		I	A	8
			B	7
	Γ		6	
	II	A	13	
		B	0	
		Γ	4	
	III	A	9	
		B	15	
	IV	A	13	
		B	20	
	6	I	A	6
			B	5
Γ			25	
II		A	4	
		B	9	
		Γ	9	
III		A	13	
		B	4	
IV		A	0	
		B	12	

ΠΑΡΑΜΕΤΡΟΙ ΑΝΑΠΤΥΞΗΣ ΦΥΤΩΝ Ημερομηνία 25 Αυγούστου, 2006

ΕΠΕΜΒΑΣΗ	ΕΠΑΝΑΛΗΨΗ	ΦΥΤΟ-ΓΛΑΣΤΡΑ	ΣΥΝΟΛΟ ΦΥΛΛΩΝ	ΦΥΛΛΑ ΜΕ ΞΗΡΑΝΣΕΙΣ	ΥΓΙΗ ΦΥΛΛΑ	
1	I	A	40	0	40	
		B	19	10	9	
		Γ	26	12	14	
	II	A	61	15	46	
		B	39	16	23	
		Γ	19	8	11	
	III	A	24	7	17	
		B	20	14	6	
	IV	A	22	12	10	
		B	29	15	14	
	2	I	A	29	10	19
			B	29	16	13
Γ			17	11	6	
II		A	44	12	32	
		B	18	7	11	
		Γ	18	9	9	
III		A	29	12	17	
		B	41	21	20	
IV		A	40	14	26	
		B	10	4	6	
3		I	A	9	5	4
			B	33	25	8
	Γ		21	12	9	
	II	A	0	0	0	
		B	26	15	11	
		Γ	4	4	0	
	III	A	13	7	6	
		B	15	12	3	
	IV	A	10	10	0	
		B	20	13	7	
	4	I	A	12	6	6
			B	65	18	47
Γ			36	18	18	
II		A	32	0	32	
		B	33	7	26	
		Γ	25	10	15	
III		A	15	11	4	
		B	37	20	17	
IV		A	33	8	25	
		B	1	1	0	
5		I	A	8	5	3
			B	19	8	11
	Γ		27	9	18	
	II	A	4	4	0	
		B	25	8	17	
		Γ	44	17	27	
	III	A	21	11	10	
		B	14	10	4	
	IV	A	28	10	18	
		B	26	6	20	
	6	I	A	24	10	14
			B	20	11	9
Γ			28	14	14	
II		A	34	15	19	
		B	31	10	21	
		Γ	28	16	12	
III		A	20	9	20	
		B	29	9	20	
IV		A	6	0	6	
		B	30	13	17	

## ΠΑΡΑΜΕΤΡΟΙ ΑΝΑΠΤΥΞΗΣ ΦΥΤΩΝ

Ημερομηνία 29 Νοεμβρίου, 2006

ΕΠΕΜΒΑΣΗ	ΕΠΑΝΑΛΗΨΗ	ΦΥΤΟ- ΓΛΑΣΤΡΑ	ΣΥΝΟΛΟ ΦΥΛΛΩΝ	ΦΥΛΛΑ ΜΕ ΞΗΡΑΝΣΕΙΣ	ΥΓΙΗ ΦΥΛΛΑ	
1	I	A	38	5	33	
		B	16	3	13	
		Γ	28	6	22	
	II	A	52	20	32	
		B	16	6	10	
		Γ	12	8	4	
	III	A	11	4	7	
		B	14	5	9	
	IV	A	9	3	6	
		B	22	5	17	
	2	I	A	23	9	14
			B	17	9	8
Γ			5	5	0	
II		A	48	19	29	
		B	12	4	8	
		Γ	10	6	4	
III		A	26	13	13	
		B	20	8	12	
IV		A	40	18	22	
		B	4	2	2	
3		I	A	-	-	-
			B	5	5	0
	Γ		5	4	1	
	II	A	-	-	-	
		B	3	3	0	
		Γ	-	-	-	
	III	A	-	-	-	
		B	-	-	-	
	IV	A	-	-	-	
		B	-	-	-	
	4	I	A	-	-	-
			B	50	19	31
Γ			26	14	12	
II		A	30	13	17	
		B	30	12	18	
		Γ	25	13	12	
III		A	-	-	-	
		B	-	-	-	
IV		A	36	12	24	
		B	-	-	-	
5		I	A	-	-	-
			B	9	5	4
	Γ		22	9	13	
	II	A	-	-	-	
		B	10	4	6	
		Γ	44	14	30	
	III	A	-	-	-	
		B	-	-	-	
	IV	A	24	14	10	
		B	15	13	2	
	6	I	A	11	8	3
			B	9	8	1
Γ			-	-	-	
II		A	17	7	10	
		B	23	13	10	
		Γ	25	13	12	
III		A	12	6	6	
		B	25	10	15	
IV		A	3	0	3	
		B	18	9	9	

## ΦΥΣΙΚΟΧΗΜΙΚΑ ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ

Ημερομηνία 25 Αυγούστου, 2006

ΥΠΟΣΤΡΩΜΑ	PH	EC (ms/cm)
1	4,59	2,41
2	3,8	1,31
3	5,9	1,4
4	5,29	0,66
5	3,44	2,35
6	6,52	0,69
Θρεπτικό διάλυμα	3,56	1,21

## ΦΥΣΙΚΟΧΗΜΙΚΑ ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ

Ημερομηνία 21 Δεκεμβρίου, 2006

ΥΠΟΣΤΡΩΜΑ	PH	EC (ms/cm)	ΥΓΡΑΣΙΑ (%)
1	6,15	1,62	7
2	5,98	1,62	10
3	6,7	2,26	14
4	6,11	0,99	13
5	5,37	1,97	11
6	6,8	1,25	5
Θρεπτικό διάλυμα	5,17	1,63	-